

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**

# **Sistema para Simulação de Ambientes Hospitalares e Treino Médico**

**Diana Isabel Garcia Pinto**



Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Supervisor: Rui Pedro da Silva Nóbrega (Ph.D.)

Co-Supervisor: António Fernando Vasconcelos Cunha Castro Coelho (Ph.D.)

16 de Julho de 2018



# **Sistema para Simulação de Ambientes Hospitalares e Treino Médico**

**Diana Isabel Garcia Pinto**

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

16 de Julho de 2018





# Resumo

O uso corrente da tecnologia facilita e impulsiona a utilização de recursos como sistemas de simulação, jogos sérios, realidade virtual e realidade aumentada de maneira a fortalecer e instigar a aprendizagem experiencial. Atualmente estes recursos têm vindo novamente a intensificar-se nas mais diversas áreas, sendo o foco desta dissertação, a Medicina. Dentro desta área, o foco recai sobre a simulação médica que constitui um dos mais inovadores e promissores domínios científicos, ao permitir uma conjugação de arquitetura de tecnologias de informação e robótica com os cuidados de saúde. Existem inúmeros centros de simulação biomédica instalados em universidades e hospitais a nível nacional e internacional, cujo principal objetivo é criar simulações realistas, durante os estágios iniciais dos profissionais desta área, por forma a que não necessitem de lidar diretamente com os pacientes.

Assim pretende-se otimizar o seu desempenho, dar resposta a um conjunto de necessidades detetadas, e ainda antecipar qualquer situação inesperada, nomeadamente eventos críticos, complexos ou raros. No entanto, os atuais sistemas de simulação enfrentam algumas limitações, visto que, apresentam bastantes dificuldades no desenvolvimento de novos cenários, pois são restritos ao nível da modularidade e da quantidade de situações simuladas. Além disso, a utilização de simulações 3D ou de realidade aumentada ocorre apenas em situações muito específicas que nem sempre vão de encontro às necessidades de treino das equipas de profissionais de saúde. A formação destes profissionais encontra-se limitada aos centros de simulação.

Como alternativa a estes centros, surgem então os jogos sérios que, pela sua capacidade atrativa e de entretenimento, chegam a conquistar milhares de pessoas. O objetivo recai sobre a criação de uma plataforma para a recriação de cenários reais e desenvolvimento de jogos sérios que simule várias situações clínicas, de forma a facilitar o acesso a este tipo de formação/treino. Estes jogos poderão ser jogados por equipas completas, incompletas ou mesmo individualmente, apenas com recurso a um dispositivo móvel, facilitando o treino de qualquer evento clínico de modo inteiramente interativo e em tempo real.

O principal aspeto inovador desta dissertação prende-se com o facto de poderem ser aplicadas várias tecnologias de jogos, interação e simulação em ambientes de treino de pessoal clínico.



# Abstract

The current use of technology facilitates and encourages the use of resources such as simulation systems, serious games, virtual reality and augmented reality in order to strengthen and instigate experiential learning. Currently, these resources have been intensifying in the most diverse areas, being the focus of this dissertation, Medicine. Within this area, the focus is on the medical simulation that is one of the most innovative and promising scientific domains, allowing a combination of architecture of information technology and robotics with health care. There are numerous biomedical simulation centers installed in universities and hospitals at national and international level, whose main objective is create realistic simulations, during the initial stages of professionals in this area and do not need to deal directly with patients.

This is to optimize its performance, to respond to a set of detected needs, and to anticipate any unexpected situation, such as critical, complex or rare events. However, current simulation systems face some limitations, since they present difficulties in the development of new scenarios, due to the level of modularity and the use of augmented reality occurs only in very specific situations that do not always meet the training needs of teams of health professionals. The training of these professionals is limited to simulation centers.

As an alternative to these centers, there are serious games that, because of their attractiveness and entertainment, can conquer thousands of people. The objective is to create a platform for the recreation of real scenarios and the development of serious games that simulate various clinical situations in order to facilitate access to this type of training. These games can be played by complete teams, incomplete or even individually, using only a mobile device, facilitating the training of any clinical event in a fully interactive and real time.

The main innovative aspect of this dissertation is that they can gaming technologies, interaction and simulation in training of clinical personnel.



# Agradecimentos

Para todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o sucesso deste trabalho de dissertação.

Um agradecimento especial ao meu orientador, professor Rui Nóbrega, que esteve sempre disponível para orientar, dar o seu *feedback* sobre tudo o que estava a ser feito e ainda pelo empenho e dedicação demonstrados. Agradeço também ao meu co-orientador, professor António Coelho, pela colaboração. Além disso, o meu reconhecimento para todos os que fazem parte do projeto Simprove, onde se insere a minha dissertação. Quero ainda deixar um agradecimento a todos os que pertencem ao Laboratório de Computação Gráfica, Interação e Jogos, local onde desenvolvi esta dissertação, pela forma como me acolheram, pelo bom ambiente e pela colaboração.

Para a minha família, especialmente para os meus pais e para o meu irmão, que sempre foram o suporte para que tudo isto fosse possível, são um exemplo de persistência e trabalho árduo. Ao meu namorado, pela paciência, pelo apoio e por todos os fins de semana durante este cinco anos.

Aos meus amigos que me acompanharam ao longo destes cinco anos, muito obrigado por todas as noites brilhantes e por tudo o que me ensinaram. Foi um prazer fazer esta caminhada com eles.

Diana Pinto



*“O que prevemos raramente ocorre...  
o que esperamos geralmente acontece...”*

Benjamin Disraeli





# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Contexto . . . . .	2
1.2	Motivação . . . . .	2
1.3	Problema e Questões de Investigação . . . . .	2
1.4	Objetivos . . . . .	3
1.5	Estrutura da Dissertação . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b>	<b>5</b>
2.1	Simulação Médica . . . . .	5
2.1.1	Sistemas de Simulação . . . . .	6
2.1.2	Aplicações de Simulação . . . . .	9
2.2	Ambientes Virtuais . . . . .	10
2.2.1	Realidade Aumentada em Simulação Médica . . . . .	11
2.2.2	Realidade Aumentada para o Ensino . . . . .	13
2.2.3	Realidade Aumentada para Dispositivos Móveis . . . . .	14
2.3	Jogos Sérios . . . . .	15
2.4	Tecnologias . . . . .	19
2.5	Sumário . . . . .	22
<b>3</b>	<b>Requisitos e Arquitetura</b>	<b>25</b>
3.1	Contexto . . . . .	25
3.2	Caso de estudo . . . . .	27
3.3	Requisitos . . . . .	30
3.3.1	Requisitos Funcionais . . . . .	30
3.3.2	Requisitos não Funcionais . . . . .	31
3.4	Arquitetura . . . . .	33
3.5	Sumário . . . . .	35
<b>4</b>	<b>Implementação</b>	<b>37</b>
4.1	Cenário de Simulação . . . . .	37
4.2	Comunicação Cliente-Servidor . . . . .	39
4.3	Bibliotecas . . . . .	42
4.4	Interface . . . . .	43
4.5	Sumário . . . . .	53
<b>5</b>	<b>Avaliação</b>	<b>55</b>
5.1	Estudo de Utilizador . . . . .	55
5.1.1	Métricas . . . . .	55
5.1.2	Metodologia . . . . .	57

## CONTEÚDO

5.2	Experiências . . . . .	57
5.2.1	Especialistas . . . . .	57
5.2.2	Não especialistas . . . . .	59
5.2.3	Resultados . . . . .	60
5.2.4	Análises . . . . .	62
5.2.5	Discussão . . . . .	67
5.3	Sumário . . . . .	68
<b>6</b>	<b>Conclusões e Trabalho Futuro</b>	<b>71</b>
6.1	Conclusões . . . . .	71
6.2	Trabalho Futuro . . . . .	72
	<b>Referências</b>	<b>75</b>
<b>A</b>	<b>Declaração de Consentimento</b>	<b>81</b>
<b>B</b>	<b>Tarefa do utilizador</b>	<b>83</b>
<b>C</b>	<b>Questionário</b>	<b>87</b>
<b>D</b>	<b>Ficheiro CSV</b>	<b>93</b>
<b>E</b>	<b>Tabela de descrição do cenário</b>	<b>95</b>
<b>F</b>	<b>Folha de Observação</b>	<b>99</b>

# Lista de Figuras

2.1 Braço de inserção intravenosa [AE10]. . . . .	8
2.2 Simulador de cardiologia [AE10]. . . . .	8
2.3 Simulador de paciente humano [AE10]. . . . .	8
2.4 Cronograma das últimas quatro décadas, que demonstra quando surgiram algumas técnicas de simulação [AMD <sup>+</sup> 10] . . . . .	9
2.5 Exemplo de monitor do paciente do software METI Waveform Display [LJ09]. . . . .	9
2.6 Exemplo do funcionamento de uma aplicação de Realidade Aumentada. .	11
2.7 Exemplo de uma marca fiducial. . . . .	12
2.8 Uma das salas de simulação do CSB-FMUP. . . . .	13
2.9 Neurocirurgia baseada em Realidade Aumentada [TKS06] . . . . .	15
2.10 Comparação entre <i>see through</i> (à esquerda) e <i>head's up</i> (à direita) [KBA <sup>+</sup> 16].	20
2.11 LucinaAR, o primeiro simulador de partos que faz uso dos Hololens. . . .	21
3.1 Esquema que representa a proposta inicial de solução. . . . .	26
3.2 Proposta de desenvolvimento [tec]. . . . .	27
3.3 Arquitetura do projeto Simprove englobando todos os sistemas. . . . .	33
3.4 Modelo relacional de entidades. . . . .	34
3.5 Arquitetura da comunicação entre o servidor e possíveis clientes. . . . .	34
3.6 Diagrama de sequência de comunicação. . . . .	35
4.1 Exemplo de um diagrama de fluxo do cenário, incluindo todas as ações esperados, e respectivas implicações para o estado do paciente. ( <a href="https://dei.fe.up.pt/gig/simprove/">https://dei.fe.up.pt/gig/simprove/</a> ) . . . . .	39
4.2 Exemplo de briefing para o cenário de teste. . . . .	44
4.3 Estado inicial do jogo. . . . .	45
4.4 Ação de monitorização ativada. . . . .	46
4.5 Aviso da enfermeira auxiliar relativamente à monitorização. . . . .	47
4.6 O paciente continua a piorar e queixa-se com dificuldades respiratórias. .	47
4.7 Enfermeira apresenta a dica de oxigénio ao jogador. . . . .	48
4.8 Diminuição da taxa de respiração e monitorização do SpO2. . . . .	48
4.9 Medição ou monitorização da pressão sanguínea. . . . .	49
4.10 Colocação do oxímetro. . . . .	49
4.11 Enfermeira apresenta a dica para a administração de um fármaco ao jogador. . . . .	50
4.12 Medição da temperatura corporal. . . . .	51
4.13 Administração de adrenalina ou epinefrina. . . . .	51
4.14 Estado final do jogo. . . . .	52

## LISTA DE FIGURAS

5.1	Habilitações literárias dos participantes. . . . .	61
5.2	Experiência dos participantes com jogos sérios. . . . .	62
5.3	Avaliação do desempenho dos utilizadores não experientes em relação às tarefas que lhe foram solicitadas ao longo da experiência. . . . .	63
5.4	Avaliação dos utilizadores não experientes em relação às falas do paciente. . . . .	64
5.5	Avaliação dos utilizadores não experientes em relação às dicas da enfermeira. . . . .	65
5.6	Avaliação da experiência em geral a vários níveis, realizada pelos participantes não especialistas. . . . .	65
5.7	Avaliação da experiência recorrendo ao SUS. . . . .	66
5.8	Distribuição dos participantes pelos intervalos de tempo de conclusão do jogo. . . . .	68
5.9	Número de erros cometidos pelos participantes ao longo do jogo. . . . .	68

# Lista de Tabelas

2.1	Aplicações de Realidade Aumentada (ARA's) [GS16]. . . . .	14
2.2	Alguns exemplos de jogos sérios [SJB07] [LEE14]. . . . .	16
3.1	Tabela de requisitos funcionais do sistema. . . . .	30
3.2	Tabela de objetivos de aprendizagem. . . . .	32
4.1	Excerto da tabela de ações e alterações do estado do paciente para o cenário de choque anafilático. . . . .	40
5.1	Tabela de avaliação da componente de simulação. . . . .	58
5.2	Tabela de avaliação da componente de aprendizagem. . . . .	59
5.3	Caracterização do género dos participantes. . . . .	60
5.4	Caracterização das idades dos participantes. . . . .	61
5.5	Utilização diária dos diferentes dispositivos tecnológicos. . . . .	61

## LISTA DE TABELAS

# Abreviaturas e Símbolos

CSB-FMUP	Centro do Simulação Biomédica da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto
HPS	Human Patient Simulator
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
HR	<i>Heart Rate</i>
BP	<i>Blood Pressure</i>
SpO <sub>2</sub>	<i>Peripheral Oxygen Saturation</i>
RR	<i>Respiratory Rate</i>





# Capítulo 1

## Introdução

O uso corrente da tecnologia facilita e impulsiona a utilização de recursos como simulação 3D, jogos em ambiente gráfico, realidade virtual e realidade aumentada de maneira a fortalecer e instigar a aprendizagem experiencial, ou seja, aquela que resulta da exploração, de atividades, do relacionamento e da interação. O avanço tecnológico tem contribuído para uma melhoria na prestação de serviços em diversos domínios, nomeadamente na simulação médica.

Os jogos sérios encaixam numa categoria de jogos que têm finalidades específicas, no qual o jogador utiliza os seus conhecimentos para resolver algum problema, ou mesmo, treinar uma tarefa. Aprender a aplicar conhecimentos na área da saúde pode beneficiar com este tipo de abordagem, desenvolvendo um jogo sério ou um sistema que a ele se assemelhe, que seja não só um meio de experiência e conhecimento, mas também um meio de aprendizagem ativa. No entanto, é importante ter noção que a componente educativa e essencialmente de simulação estará sempre em primeiro lugar.

Existem várias formas de visualizar jogos interativos, desde ambientes 3D a realidade virtual ou realidade aumentada. A realidade aumentada constitui um potencial para criar novas formas de interação. Esta fornece uma nova maneira de ver o mundo real, enriquecendo-o com informações adicionais que não são perceptíveis ao utilizador. Uma das áreas em que a realidade aumentada pode ser útil é em sistemas de colaboração, o que aliado aos jogos sérios se torna uma grande vantagem na área da saúde.

A simulação médica é considerada um complemento educacional eficaz no treino de situações médicas, tanto a nível de graduação como de pós-graduação. Permite que conhecimentos, habilidades e atitudes sejam adquiridos de maneira segura, educativa e eficiente [SCPMMP16].

Neste contexto, a simulação fornece habilidades e experiências que facilitam a transferência de competências cognitivas, psicomotoras e de comunicação adequadas, alterando comportamentos e atitudes e, finalmente, melhorando a segurança do paciente [AMD<sup>+</sup>10].

### 1.1 Contexto

Atualmente os sistemas de simulação têm vindo a surgir nas mais diversas áreas, nomeadamente na Medicina. Nesta área o foco recai sobre a Simulação Médica (um dos mais inovadores e promissores domínios científicos) que permite substituir ou ampliar experiências reais com experiências guiadas que evocam ou replicam aspetos do mundo real, de forma interativa.

Cada vez mais existe a necessidade de treinar equipas médicas, mas nem sempre é possível arranjar meios adequados para o fazer. Com o aparecimento de novos tratamentos torna-se essencial manter os profissionais da saúde devidamente atualizados em relação aos mesmos.

As novas tecnologias podem desempenhar um papel importante na área de treino das equipas médicas, pois possuem características que podem simular cenários de forma eficaz e muito realista.

Esta dissertação insere-se no âmbito do projeto Simprove, do qual também fazem parte a empresa STI-Medical e o Centro de Simulação Biomédica da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (CSB-FMUP). Este projeto tem como principal objetivo elevar o estado da arte no que diz respeito à matéria de simulação e ao treino dos profissionais de saúde, desenvolvendo uma nova arquitetura tecnológica que suporta o funcionamento dos centros de simulação e ainda um novo tipo de sistema de simulação 3D. Este sistema será suportado por um conjunto de ferramentas para a criação de cenários de simulação e treino médico.

### 1.2 Motivação

Os centros de simulação biomédica existentes não possuem um sistema de suporte ao treino baseado em simulação 3D. Por outro lado, mesmo sabendo que o trabalho em equipa resulta numa melhoria significativa da qualidade dos cuidados de saúde prestados, dada a quantidade de salas construídas e disponibilizadas para estes fins, o número de treinos possíveis é reduzido.

Este tipo de simulação pode ser aplicado de uma maneira recorrente resultando num treino que vai ter como resultado a solidificação e aquisição de conhecimentos e técnicas em práticas colaborativas, bem como que cada indivíduo se torne num membro mais eficaz desenvolvendo algumas competências como: reagir melhor em situações de pressão, gestão de conflitos e assertividade, entre outras.

A motivação desta dissertação é explorar a componente de aprendizagem para construir um sistema para simulação de ambientes hospitalares e treino médico que irá proporcionar uma experiência mais apelativa ao utilizador.

### 1.3 Problema e Questões de Investigação

A formação e o treino dos profissionais de saúde estão limitadas aos centros de simulação. Centros esses que apesar de existirem espalhados por algumas universidades e hospitais enfrentam algumas limitações, nomeadamente, o número reduzido de formações que acolhem diariamente. Mas não só, para além disto, a diversidade de

## Introdução

cenários existentes é também reduzida o que dificulta o treino de algumas situações complexas ou raras.

O objetivo é explorar a aplicação de ambientes gráficos em jogos sérios em busca de melhorar a prestação dos cuidados de saúde, através do treino sistemático de situações específicas, promovendo o trabalho em equipa e introduzindo alguns fatores de stress. Os ambientes gráficos poderão ser ambientes 2D, 3D ou de realidade aumentada.

Por isso, pretende-se solucionar o seguinte problema:

- Como treinar e avaliar profissionais de saúde usando jogos sérios para procedimentos cirúrgicos raros?

Deste problema podem derivar algumas questões científicas relevantes, como por exemplo:

- Qual a importância, para a aprendizagem e evolução médica, de ter uma plataforma que regista tudo o que foi feito durante a simulação?
- Quais as vantagens de aliar a simulação 3D à simulação tradicional?

A pergunta de investigação e as subquestões que dela possam surgir, constituem o foco da presente dissertação.

## 1.4 Objetivos

O treino de alguns cenários clínicos raros é difícil de ser conseguido porque nem sempre existem pacientes nessa situação e normalmente os manequins são desenvolvidos para as situações mais comuns e por vezes acabam por não suportar essas situações.

O sistema de simulação a desenvolver deve ser flexível e automatizado, deve procurar recriar toda uma situação clínica para o tornar o mais próximo possível da realidade, deve manter o seu foco nos cenários associados a situações de emergência ou críticas e por último, deve ainda promover o treino de equipas para que todos os indivíduos desenvolvam as suas competências colaborativas (principalmente em situações de alguma gravidade), aumentando a rapidez e eficácia de toda a equipa.

O objetivo é o desenvolvimento de um sistema para simulação de ambientes hospitalares e treino médico, recriando diversas situações clínicas: ambiente intra-hospitalar, pré-hospitalar e transporte. Neste contexto, os objetivos são:

- Escolher um motor de jogo que permita desenvolver e disponibilizar a aplicação para dispositivos móveis;
- Modelar os cenários de jogo;
- Desenvolver todas as mecânicas de jogo adequadas aos procedimentos a ter em cada situação diferente;
- Protótipo do jogo, adaptável a cenários configuráveis;

- Avaliação e validação do protótipo.

Do resultado final espera-se que contribua para a inovação e melhoria do sistema de aprendizagem e treino médico. Assim, pretende-se obter um sistema de suporte a esse processo, em que as mecânicas sejam definidas de acordo com todos os procedimentos médicos pré-estabelecidos para cada uma das diferentes situações. O produto final deve ser orientado aos estudantes e profissionais da área da saúde e que todo o ambiente e o cenário sejam completamente adaptáveis às suas necessidades.

### 1.5 Estrutura da Dissertação

O presente capítulo retrata os problemas encontrados bem como o que era esperado no final do seu desenvolvimento.

Para além da introdução, este documento contém ainda mais cinco capítulos:

- Revisão Bibliográfica (capítulo 2) - Explora as principais áreas de interesse e contextualiza os jogos sérios e a realidade aumentada na área da saúde, mais especificamente no que diz respeito à simulação médica. Refere ainda o procedimento que atualmente é realizado nalguns centros de simulação em Portugal.
- Requisitos e Arquitetura (capítulo 3) - Explicação inicial baseada no contexto do projeto. Exploração do caso de estudo utilizado para testes e ainda definição de requisitos e arquitetura geral.
- Implementação (capítulo 4) - Explica todo o processo de desenvolvimento do sistema, que inclui alguns exemplos de funções e devida importância. Tem também uma abordagem à interface, onde esta é explorada.
- Avaliação (capítulo 5) - Explicação e análise de toda a experiência que permitiu retirar conclusões sobre a usabilidade do sistema. Inclui toda a metodologia utilizada, bem como as métricas retiradas e avaliadas nesta experiência.
- Conclusões e Trabalho Futuro (capítulo 6) - Reservado para as conclusões gerais e ainda algumas melhorias propostas para um desenvolvimento futuro do projeto.

## Capítulo 2

# Revisão Bibliográfica

Neste capítulo é descrito o estado da arte e são apresentados alguns trabalhos relacionados para mostrar o que existe na área dos jogos sérios e respetivos projetos relacionados com a Medicina. O capítulo incide na exploração do crescimento da simulação médica e das aplicações existentes que integram ambientes 3D e de Realidade Aumentada. São também explorados os jogos sérios que foram já desenvolvidos no âmbito da área da saúde.

### 2.1 Simulação Médica

Um dos pontos mais relevantes no desenvolvimento curricular é a integração dos conceitos de ensino e aprendizagem médica baseada em simulação. O erro humano é um fator de risco para a ocorrência de algumas situações adversas, tornando-se necessário fazer uma abordagem científica para a gestão dos erros humanos e para o estudo do seu impacto nos cuidados de saúde. Segundo Norris [NL12], as principais fontes do erro clínico são: as falhas e conflitos que se verificam na dinâmica de uma equipa de profissionais de saúde, a dificuldade em reagir e agir perante situações de stress ou pressão e a desvalorização da reflexão crítica. A simulação médica surge em resposta à crescente necessidade de diminuir o número de vítimas por erro médico, que ainda nos dias de hoje, atinge proporções assustadoras.

Embora a simulação médica seja relativamente recente, a simulação tem sido utilizada durante muito tempo noutras profissões de alto risco como por exemplo na aviação. Embora a área da saúde tenha usado alguns tipos de simulação ao longo do tempo, o uso da simulação na educação médica não é tão comum quanto seria esperado, sendo esta uma profissão tão prática. De uma abordagem um pouco genérica, a simulação constitui uma maneira atrativa e dinâmica de ensinar os alunos [Har09]. Proporciona um ambiente educativo seguro que permite desenvolver várias competências sem qualquer risco para os pacientes reais.

A simulação pode definir-se como uma representação artificial de um processo do mundo real para alcançar objetivos educacionais através da aprendizagem com experiências. A educação médica baseada em simulação, destaca-se como sendo um dos

mais inovadores e promissores domínios científicos, permitindo substituir ou aumentar experiências reais com experiências guiadas que recriam aspetos do mundo real, sempre de forma interativa.

A simulação de ambientes é projetada para proporcionar aos alunos a prática do pensamento crítico, do trabalho de equipa e ainda a diminuição do tempo da tomada de decisão. Para além disto, existem outros fatores importantes, como por exemplo: ao contrário do que acontece num ambiente real, numa simulação é permitido acompanhar a progressão do erro, de forma a que todos os indivíduos possam assistir às implicações futuras dessa ação e é possível experimentar situações comuns ou situações raras mais críticas [TS10a]. Podemos dizer que as ferramentas de simulação servem como alternativa aos pacientes reais, assim um estagiário pode cometer erros e aprender com eles sem o medo de prejudicar o paciente.

Para melhorar e garantir a segurança do paciente, é conveniente que os estudantes e profissionais de saúde reflitam sobre as suas ações e decisões perante as situações com que se depararam no cenário simulado. É importante ter em consideração oito princípios fundamentais do treino de equipas [AMD<sup>+</sup>10]:

- Identificar competências críticas do trabalho de equipa (usar como foco para treino de conteúdo).
- Melhorar todo o processo de cooperação da equipa de profissionais e estudantes.
- Realçar o trabalho de equipa sobre a realização das várias tarefas/procedimentos.
- Fornecer tarefas práticas orientadas.
- Poder da simulação - assegurar a relevância do treino.
- Avaliar os resultados clínicos, a aprendizagem adquirida e os comportamentos.
- *Feedback* descritivo, oportuno e relevante.
- Reforçar os comportamentos desejados, através de instrução e avaliação de desempenho.

Apesar do sucesso no uso da simulação de alta fidelidade nos cuidados de saúde, a prática da simulação clínica requer laboratórios de simulação, tecnicamente equipados com simuladores e acessórios necessários e adequados ao domínio médico [Toa15]. Para além disto, a simulação médica está limitada aos simuladores e tecnologias existentes, pelo que, pode não ser possível o exercício de algumas situações clínicas mais complexas [Swa14].

### 2.1.1 Sistemas de Simulação

A eficácia da simulação médica depende da aplicação adequada da sua metodologia e do conhecimento das diferentes modalidades [ZBWC13]. Existe simulação de baixa tecnologia, que são modelos ou manequins de baixo custo usados para ensinar

conhecimentos básicos ou habilidades específicas. No caso dos simuladores de computador baseados em tela, ou seja, software para treino e avaliação de conhecimento clínico e tomada de decisão. Os pacientes padronizados são técnicos treinados para desempenhar o papel de pacientes, o que possibilita o treino das capacidades de comunicação e profissionalismo. Existem ainda os simuladores de pacientes realistas, que são manequins baseados em computador usados para replicação de alta fidelidade de condições clínicas complexas e de alto risco em ambientes reais [JPnFB15].

Também os simuladores podem ser classificados em diferentes tipos e o seu custo varia de acordo com o grau de semelhança com a realidade (grau de realismo) em simuladores de baixa fidelidade, de média fidelidade e alta fidelidade.

- Simuladores de baixa fidelidade - São muitas vezes estáticos e não têm o realismo ou contexto situacional. Normalmente, são usados para ensinar aos mais novos as técnicas mais básicas [AE10]. O exemplo de um simulador de baixa fidelidade é o braço de inserção intravenosa (Figura 2.1).
- Simuladores de fidelidade moderada - Apresentam mais semelhanças com a realidade, sendo que incorporam características como pulso, sons cardíacos e sons respiratórios, mas sem a capacidade de conversar e sem movimentos de tórax ou olhos. Estes podem ser usados, tanto para a introdução quanto para a compreensão mais profunda de competências específicas e cada vez mais complexas. Um exemplo de um simulador de fidelidade média é o simulador de cardiologia *Harvey* (Figura 2.2).
- Simuladores de alta fidelidade - Combinam manequins de partes ou de corpo inteiro para transportar a intervenção com computadores que conduzem os manequins para produzir sinais físicos e alimentar sinais fisiológicos para monitores. Estes são projetados para se assemelhar o mais possível à realidade. Estes já podem conversar, respirar, piscar os olhos e responder de forma automática ou manual às intervenções físicas e farmacológicas. Um bom exemplo de simulador de alta fidelidade é o *METI Human Patient Simulator* (HPS), que é modelado (Figura 2.3) e é conduzido por um instrutor. Em geral, quanto maior a fidelidade, mais caro é.

Na década de 1980, foi desenvolvido e implementado o uso de manequins informatizados para estagiários da área de anestesiologia. Estas técnicas proporcionaram oportunidades para praticar num ambiente seguro e pedagogicamente correto. O foco resumiu-se ao *debriefing* e à importância do trabalho de equipa. Hoje em dia, existem manequins que respiram, mexem os olhos, entre outras funcionalidades. Destacando-se por serem muito mais práticos do que os seus protótipos ancestrais e oferecem simulações sofisticadas usando tecnologias sem fio.

Modelos de simulação de látex sintético para a realização de alguns procedimentos e, mais recentemente, o uso da simulação de realidade virtual (Figura 2.4). Apesar do apelo da simulação como ferramenta de aprendizagem, especialmente para o desenvolvimento de competências, nem sempre foi aceite como um benefício adicional de uma cirurgia sofisticada. No entanto, atualmente é amplamente aceite que os simuladores servem como uma ferramenta complementar, não de substituição, para a experiência de operações baseada no paciente [AMD<sup>+</sup>10].



Figura 2.1: Braço de inserção intravenosa [AE10].



Figura 2.2: Simulador de cardiologia [AE10].



Figura 2.3: Simulador de paciente humano [AE10].



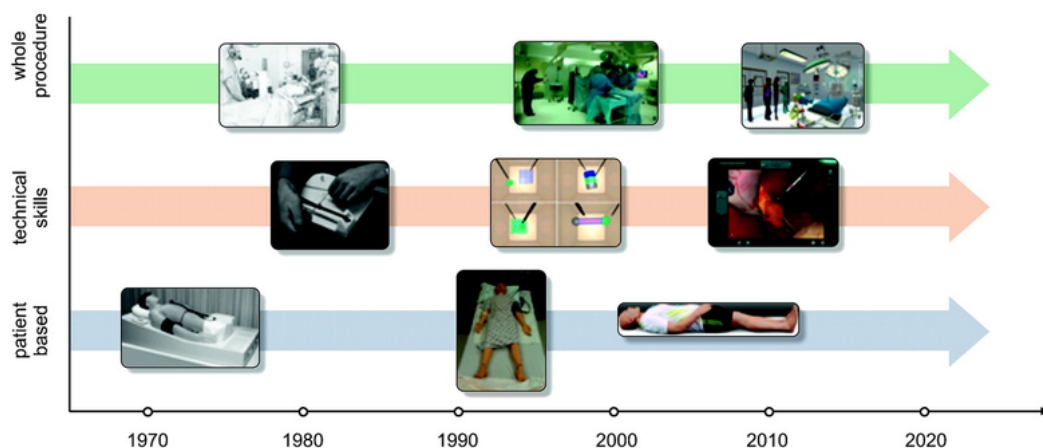


Figura 2.4: Cronograma das últimas quatro décadas, que demonstra quando surgiram algumas técnicas de simulação [AMD<sup>+</sup>10]

O ajuste da educação médica, os avanços técnicos e a crescente necessidade de uma assistência médica preventiva e curativa, mais segura, mais rápida e em condições adequadas são os requisitos essenciais. Atualmente, todos os domínios médicos beneficiam com o progresso técnico moderno, de forma que o uso da simulação clínica antes da prática médica real é uma modalidade de segurança pública crescente [Toa15].

### 2.1.2 Aplicações de Simulação

O Simulador de Pacientes Humanos - HPS (Figura 2.3), lançado no mercado em 1996, é um manequim que suporta o uso de anestesia e gases medicinais. Desenvolvido essencialmente para três fins: anestesia, cuidados respiratórios e críticos, este simulador permite o controlo de oxigénio e gás dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). HPS está ligado a um monitor (Figura 2.5) e suporta ventilação mecânica para que toda a simulação se torne mais realista e imersiva [Sim14].



Figura 2.5: Exemplo de monitor do paciente do software METI Waveform Display [LJ09].

Em qualquer atividade de treino, aquando da configuração e criação de um cenário, devem ser distinguidos quatro elementos chave. O primeiro elemento é o **conteúdo**, sobre o qual é necessário refletir, tendo em conta o público alvo a quem é direcionada a atividade de treino. Após a escolha dos participantes, é decidido o grau de dificuldade.

O segundo elemento são os **objetivos**, é prioritário definir todos os objetivos a alcançar, bem como fazer todo o planeamento dos cenários de acordo com os objetivos sequenciais a cumprir. Para este elemento, é importante perceber quais são os erros mais comuns em cada atividade específica, quais são os hábitos na prática profissional e quais as dificuldades que surgem à medida que os alunos integram e consolidam os seus conhecimentos. O grau de aquisição dos objetivos deve ser também planeado e avaliado.

A avaliação dos **recursos** disponíveis, constitui o terceiro elemento. O bom funcionamento dos simuladores irá orientar e influenciar todo o desenrolar da atividade de simulação. Como simuladores, podem ser usados pacientes padronizados, simuladores básicos ou avançados que permitem a manipulação de diferentes variáveis. Tanto o técnico como o instrutor/professor que guiam o cenário, devem ter experiência no uso dos simuladores e devem registar toda a atividade.

A **avaliação** é o elemento que encerra este processo de aprendizagem. Este elemento é importante para que o aluno possa ser avaliado durante uma simulação, relativamente aos objetivos pré-estabelecidos. Para além da avaliação individual, é também possível fazer uma abordagem relativamente às capacidades de comunicação e de liderança, relações interpessoais e reações em situações inesperadas ou complexas.

Sempre com o objetivo de garantir a aprendizagem e a compreensão do aluno para desenvolver as suas habilidades e conhecimentos específicos que podem depois ser usados de forma independente [ZRS11].

Ao longo do tempo, as aplicações de simulação para cuidados de saúde foram sendo divididas por categorias, sendo que cada uma das onze dimensões representa um atributo diferente de simulação [Gab04].

## 2.2 Ambientes Virtuais

A rápida e crescente evolução tecnológica trouxe algumas mudanças na educação, especialmente quando esta é combinada com as bases psicológicas adequadas. Esta combinação criou novas oportunidades para melhorar a qualidade das experiências de ensino e aprendizagem, e ainda a prática das mais variadas situações clínicas. As bases da realidade aumentada surgiram na década de 60, por Ivan Sutherland que em 1965, escreveu um artigo sobre a evolução da realidade virtual e em 1968 desenvolveu um capacete de visão ótica para permitir a visualização de objetos virtuais no mundo real [TKS06].

Ao longo de vários anos e até muito recentemente, foram várias as tentativas de inovação através da tecnologia de Realidade Aumentada (RA), no entanto, realizadas com insucesso. Após alguns anos de insistência, começam a surgir novas tentativas com sucesso e que pretendem mostrar que esta tecnologia pode oferecer uma nova

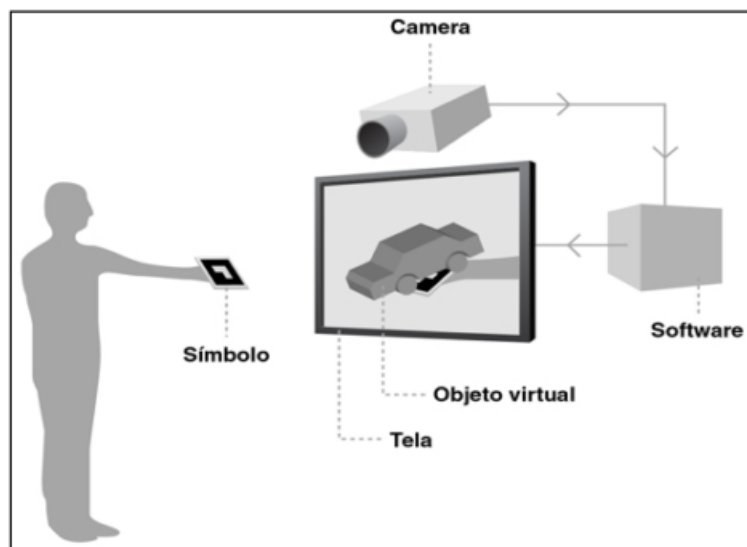


Figura 2.6: Exemplo do funcionamento de uma aplicação de Realidade Aumentada.

maneira de educar e treinar diversas situações. Na década de 80 surge então o primeiro projeto de realidade aumentada com visão ótica direta, desenvolvido pela Força Aérea Americana [TKS06].

A realidade aumentada, segundo Azuma [Azu97], pode resumir-se como um sistema que apresenta três características essenciais: combina o mundo real e o virtual; é interativa em tempo real e os objetos virtuais e reais devem estar alinhados em 3D. Esta definição permite que outras tecnologias sejam usadas, respeitando sempre os aspetos essenciais da RA e permite que seja aplicável aos restantes sentidos (olfato, tato e audição) que não apenas a visão [vK07]. Diferenciando-se da realidade virtual, visto que esta mantém o utilizador no seu ambiente físico, o objetivo é que nenhum utilizador seja capaz de distinguir aquilo que é real, daquilo que foi acrescentado e que constitui a parte virtual da cena.

O funcionamento de uma aplicação pode apenas restringir-se à recolha de imagens recorrendo a uma câmara, e após o reconhecimento dos marcadores (previamente conhecidos), renderizar os objetos virtuais que serão mostrados ao utilizador.

Na Figura 2.6 está representado o funcionamento de uma aplicação simples com RA, cujo processo de geração de um objeto virtual se baseia no reconhecimento de marcadores. As marcas fiducial, ou mais popularmente designados marcadores, são símbolos previamente inseridas no sistema de RA que, ao serem colocados em frente da câmara permitem que se estabeleça a comunicação desta com o software responsável por apresentar as imagens ao utilizador. Na Figura 2.7 é mostrada uma imagem de uma marca fiducial em RA [TKS06].

### 2.2.1 Realidade Aumentada em Simulação Médica

Quando se trata da área de saúde, a utilização de sistemas de RA é considerada como uma contribuição para a melhoria da qualidade de vida de qualquer paciente e para a simulação de qualquer situação clínica.



Figura 2.7: Exemplo de uma marca fiducial.

Tanto a RA como a RV têm capacidade de aprimorar os cuidados de saúde, desempenhando cada uma a sua função. No que diz respeito à RA, o uso da tecnologia na medicina e nos cuidados de saúde é uma consequência natural da evolução da mesma. O formato de papel tem vindo a ser alterado para registos eletrónicos da saúde (EHR), sendo que a vida do paciente, não pode depender da possibilidade do médico aceder ao seu histórico de dados [\[med\]](#).

Na área da medicina, alguns médicos já utilizam a RA nalgumas cirurgias, recorrendo ao uso de óculos 3D [\[Pap13\]](#).

Realizámos uma visita ao CSB-FMUP com o objetivo de perceber melhor como é que é feita a simulação de qualquer situação clínica, quais os procedimentos que seguem, quais os equipamentos disponíveis e a maneira como são utilizados em cada situação.

No CSB-FMUP conhecemos duas salas diferentes, a sala onde se encontra um manequim de simulação masculino (cujo nome é Sr. João) e na outra sala encontra-se um outro manequim de simulação feminino (cujo nome é Lucina). Nesta última, podem ser feitas simulações de partos. Na sala onde se encontra o Sr. João (Figura 2.8) podem ser recriados vários ambientes clínicos, como por exemplo ambiente de bloco operatório, sala de recobro e entrada nas urgências, entre muitas outras situações.

Na visita assistimos ao treino de uma situação na sala de recobro, sala onde os doentes que passaram por uma cirurgia ou outro procedimento, permanecem durante algum tempo sob vigilância sistemática e organizada, podendo estar monitorizados. Recorrem ao uso de guiões que descrevem toda a situação e que indicam o estado em que devem estar os sinais vitais do doente, mediante o estado em que se encontra. Para isto, o técnico que faz de Sr. João, desempenha um papel essencial controlando todo o desenrolar da situação.

Existem algumas aplicações médicas que utilizam a RA para simulação, treino, educação e até para ajuda no tratamento de algumas patologias. Destas aplicações, destacam-se essencialmente aquelas que seguem na tabela 2.1.

Situações raras ou complexas, como variações anatómicas ou emergências, podem ser treinadas de forma ótima e realista. Isso dá a oportunidade para o treino de simulação transcender a partir do exercício de tarefas parciais (como exercícios de destreza laparoscópica) para instrutores de tarefas realistas que cobrem interação e orientação espacial complexa (como neurocirurgia ou ecocardiografia), tal como os exemplos da tabela 2.1. Uma das limitações da simulação de RV é que ela tem que



Figura 2.8: Uma das salas de simulação do CSB-FMUP.

renderizar uma representação completa da construção, o que muitas vezes leva a compromissos devido a custos e dificuldades técnicas. Isto pode levar à rejeição por parte de alguns formandos e educadores. Portanto, a simulação de RV na cirurgia laparoscópica só foi aplicada como auxílio no treino de tarefas parciais.

### 2.2.2 Realidade Aumentada para o Ensino

Existem muitas formas diferentes das pessoas serem educadas e treinadas para as mais diversas situações. Estes métodos podem resumir-se a aulas com livros didáticos, à utilização de computadores e dispositivos móveis [Lee12].

A simulação, a realidade aumentada, os jogos sérios e a aprendizagem com base em jogos não são conceitos novos. No entanto, a conjugação dos três em prol da educação na área da saúde é relativamente recente. As aplicações e os sistemas de RA foram já desenvolvidos e aplicados em diferentes áreas de ensino [Lee12], como por exemplo:

- Química - Recorrendo ao auxílio da RA, os estudantes podem observar, de forma interativa, como são constituídos os átomos e as moléculas [Lee12].
- Biologia - A RA pode ser usada para estudar a anatomia e a estrutura do corpo humano, assistindo à demonstração de modelos 3D dos vários órgãos [Lee12].
- Matemática - Permite que vários utilizadores, como professores e alunos, partilhem um espaço virtual de forma colaborativa para construir formas geométricas [Lee12].
- Física - A RA pode ser usada para demonstrar várias propriedades cinemáticas [Lee12].

Embora, por vezes os métodos existentes funcionem de forma suficiente, há um interesse cada vez maior de profissionais, estudantes e investigadores na introdução de métodos mais úteis e apelativos para melhorar as experiências de aprendizagem. À medida que a tecnologia se torna cada vez mais difundida nos últimos anos, a integração da tecnologia influenciou e revolucionou a forma como ensinamos e aprendemos. Assim, a assimilação do conhecimento é mais eficiente e agradável, após

Tabela 2.1: Aplicações de Realidade Aumentada (ARA's) [GS16].

Aplicações de Realidade Aumentada		
Categoria	Aplicação	Objetivo/Propósito
Tarefas Cirúrgicas	ProMIS	Simulador de treino de procedimentos de laparoscopia; Contém um sistema de rastreamento de instrumentos, que capta o movimento do instrumento enquanto o <i>feedback</i> real háptico é fornecido.
	AR Laparoscopic simulator	Simulador para treino e avaliação de capacidades cirúrgicas.
Procedimentos Neurocirúrgicos	Perk Station	Plataforma de treino para intervenções guiadas por imagens, essencialmente para treino de injeções de articulações e punções.
	Immersive Touch	Ferramenta de aprendizagem para treino de colocação de parafusos, aneurismas e rizotomia.
Área de Ecocardiografia	CAE Videmix	Simulador ultra-som que usa um transdutor que fornece dados da posição e orientação para reconstruir imagens em relação a um manequim.
	EchoComJ	Manequim associado a um sistema de rastreamento 3D usado para treinar a identificação de doenças cardíacas congénitas baseando-se em informações ultrasonográficas.

aplicar a teoria de maneira prática (podendo visualizar por meio de imagens, aquilo que anteriormente era apenas em papel). A RA providencia ajuda ao profissional nas suas práticas educacionais, bem como diversas maneira de ensinar qualquer situação [TKS06].

Para adquirir a prática clínica é necessário que os estudantes tenham um contacto direto com os pacientes, sempre sobre a supervisão dos seus professores. Para além da diminuição significativa de situações resultantes de erros médicos, os ambientes virtuais fornecem ferramentas educacionais através de uma abordagem didática e apelativa.

### 2.2.3 Realidade Aumentada para Dispositivos Móveis

Como já vimos anteriormente, a realidade aumentada integra informação virtual num mundo real. Mas para isso, em primeira instância, é necessário que sejam recolhidas, através de vídeo, informações da uma imagem real, como os movimentos, as distâncias e os objetos [Pap13]. Devido à crescente popularidade dos dispositivos

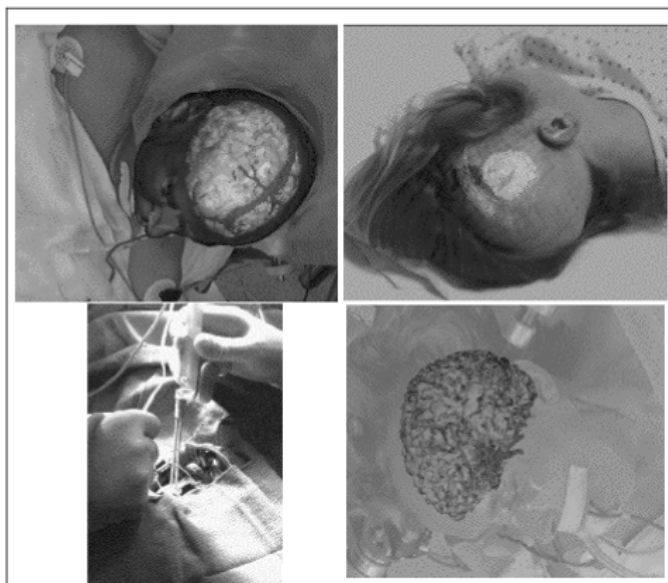


Figura 2.9: Neurocirurgia baseada em Realidade Aumentada [TKS06]

móveis em todo o mundo, o uso generalizado da realidade aumentada nestes dispositivos, como *smartphones* e *tablets*, tornou-se um fenómeno viral. O principal desafio atualmente, é realizar o processamento necessário e a adição de objetos virtuais em tempo real [Mor11].

Como exemplo de uma aplicação que utiliza RA aplicada à área da Medicina podemos referir o sistema de neurocirurgias (JHU/KRDL Skull-base Surgery Simulator - Figura 2.9), onde o profissional de saúde (neste caso, o cirurgião) pode planear, treinar e simular a cirurgia, antes da sua realização diretamente no paciente [TKS06].

## 2.3 Jogos Sérios

Durante mais de quatro décadas, realizaram-se muitos debates e conferências sobre o que é a simulação, os jogos e a forma como eles devem ser definidos e distinguidos. Para além disto, pessoas especializadas em diferentes áreas definem, naturalmente, a simulação de forma diferente. Como *Wittgenstein* disse sobre o jogo, é difícil definir, mas reconhecemos facilmente. Após estas longas décadas, surge um novo debate sobre o termo jogos sérios [Pap13].

Em meados dos anos noventa, mais propriamente no ano de 1980 surge o primeiro jogo sério, *Army Battlezone*, desenvolvido para o treino militar. A partir daí, várias foram as áreas da qual os jogos sérios começaram a fazer parte, nomeadamente a engenharia, a cultura, a educação e também os serviços médicos.

No fundo, um jogo sério é uma aplicação interativa, que tem um objetivo desafiador, é cativante e integra a componente divertida do conceito de jogo, contém alguns mecanismos de pontuação e fornece ao utilizador conhecimento, capacidades ou atitudes úteis na realidade [TS10b]. Estes resultam da combinação de três grandes



áreas: os jogos, a simulação e a aprendizagem. Estas áreas interligam-se dando origem a outros três domínios mais pequenos: os jogos de simulação, os exercícios de treino e as aplicações para a saúde [LEE14]. O seu crescimento galopante é prova de que as vantagens destes, começam a ser reconhecidas e evidentes.

Com a utilização dos jogos, podemos destacar algumas vantagens, como por exemplo:

- Motivação do jogador para a conclusão dos desafios propostos;
- A aquisição de informação torna-se mais fácil através de imagens e vídeos do que da leitura de textos, por vezes, exaustivos;
- Promoção da colaboração e do trabalho de equipa;
- Recriação de situações clínicas complexas, que nem sempre é possível simular no mundo real;
- A portabilidade e disponibilidade de poder treinar a qualquer altura;
- *Feedback* de modo a que possa aprender com os seus erros e seja recompensado pelas tarefas concluídas com sucesso;

Este tipo de jogos destacam-se dos tradicionais videojogos, pois são projetados para cumprir objetivos específicos para além do entretenimento e proporcionam uma forte combinação entre desafio e aprendizagem. Jogar, por si só, estimula o utilizador, garantindo que o objetivo principal (adquirir conhecimento e treinar capacidades) seja alcançado quase sem esforço [SJB07]. Estes jogos estão atualmente disponíveis para muitas plataformas, como computadores, *smartphones* ou consolas de jogos.









Um ambiente virtual realista, em que os cenários, os sons e fatores de stress são recriados, proporcionam uma experiência completa e uma melhor preparação ao próprio profissional de saúde [GSS12]. Um dos principais objetivos nesta área é o complexo processo de tomada de decisões adequado a cada situação.

Podemos consultar alguns dos jogos sérios já desenvolvidos na área da medicina na tabela 2.2. Estes jogos podem ser inseridos numa sub-área da medicina. Na tabela é feita uma pequena descrição que foca o objetivo essencial do jogo e ainda uma imagem ilustrativa de cada um deles.

Tabela 2.2: Alguns exemplos de jogos sérios [SJB07] [LEE14].



## Revisão Bibliográfica

Área	Jogo Sério	Objetivo	Imagem
Cirurgia	<i>Total Knee</i>	Substituição da articulação do joelho por componentes de metal e polietileno.	
	<i>Z-DOC</i>	Treino de cirurgia plástica, nomeadamente <i>Z-Plasty</i> .	
Enfermagem	<i>Florence</i>	Treino de enfermeiros que ensina todo o processo de uma transfusão de sangue.	
Primeiros Socorros	<i>Triage Trainer</i>	Treinar profissionais que fazem a primeira abordagem às vítimas de uma catástrofe.	
	<i>3DiTeams</i>	Privilegia o trabalho em equipa.	
	<i>Clinispace</i>	Praticar o atendimento ao paciente.	
	<i>Pulse</i>	Responder melhor às situações de emergência (vítimas de catástrofes).	
	<i>Burn Center</i>	Tratamento de pacientes que sofrem lesões causadas por queimaduras.	

**Total Knee** é um jogo sério *multiplayer* que foi projetado e desenvolvido para o treino de procedimentos cirúrgicos ortopédicos, como por exemplo, a substituição da articulação do joelho por componentes de metal e polietileno [SCK<sup>+</sup>10]. Ao perceber todas as etapas de um procedimento deste género e os processos de tomada de decisão cirúrgicos subjacentes, quando colocado num ambiente real, o profissional poderá focar-se nos aspetos técnicos do procedimento.

**Z-DOC** é um jogo sério para treino de cirurgia plástica, essencialmente para o exercício do procedimento *Z-Plasty*. Este jogo integra interações baseadas no toque e promove a competição entre jogadores e a motivação [SKN<sup>+</sup>13].

**Florence** é um jogo sério desenvolvido para a formação de enfermeiros em situações que são mais complicadas de experimentar no mundo real. O jogo está focado em dois domínios de risco: as transfusões de sangue e o risco de infeção [SCK<sup>+</sup>10].

**Triage Trainer** é um jogo sério desenvolvido para treinar os profissionais que fazem a primeira abordagem às vítimas de uma catástrofe. Este jogo desenrola-se numa rua onde ocorreu um incidente desse género e o jogador terá que socorrer as várias vítimas [KCT<sup>+</sup>10] [VSBW16].

**3DiTeams** é um jogo sério *multiplayer* que privilegia o trabalho em equipa e a colaboração entre os profissionais de saúde. Este jogo contempla três fases principais. Numa primeira fase, o jogador é incluído numa equipa. Numa segunda fase, o jogador começa a aplicar os seus conhecimentos num cenário virtual (que pode ter até 32 jogadores). E por último, a fase de discussão, que se resume à apreciação de um vídeo gravado que é reproduzido, para que os jogadores possam observar e refletir sobre as suas ações e comportamentos [TSHW07].

**Clinispace** é um jogo sério desenvolvido em Unity3D e ocorre num hospital virtual 3D. Neste jogo são representadas várias divisões de um hospital, como a receção, uma sala de cuidados intensivos, uma sala de atendimento de emergências, uma enfermaria, entre outras. É essencialmente para estudante de medicina poderem treinar vários procedimentos que terão que fazer na vida real [DHY11].

**Pulse** é um jogo sério projetado para treinar profissionais de saúde em habilidades clínicas. Este jogo faz uso de um espaço virtual imersivo 3D. Os gráficos recriam um ambiente realista, interativo e virtual, no qual profissionais de saúde podem praticar habilidades clínicas para responder melhor às vítimas que sofrem lesões durante incidentes catastróficos, como é o exemplo de um ataque terrorista [DM10].

**Burn Center** é um jogo sério também para simular os incidentes de emergência que provocam um grande número de vítimas. Este jogo está dividido em dois componentes: a triagem e a ressuscitação. Durante o processo de triagem, o jogador deverá estabilizar, classificar e transportar as vítimas que sofreram queimaduras no incidente. Numa segunda fase, o jogador terá que tentar equilibrar as necessidades

do doente com queimaduras múltiplas durante um período de aproximadamente 36 horas (denominado período de ressuscitação) [KCNM09].

Para além destes jogos que foram referidos na tabela 2.2, existem ainda mais alguns desenvolvidos no mesmo âmbito, como é o caso do HumanSim (este jogo permite que médicos e enfermeiros treinem para aprender algumas tarefas complexas, raras ou que sejam propensas a erros), Code Orange, Zero Hour: America's Medic, EMSAVE, entre outros.

Se compararmos os jogos sérios com os simuladores tradicionais existentes, podemos destacar três pontos fundamentais:

- Fator de entretenimento;
- Custos e tempo de desenvolvimento;
- Custos de implantação;

Relativamente ao fator de entretenimento, nos simuladores tradicionais, não há entretenimento porque o sistema só é desenvolvido para o treino de utilizadores. No caso dos jogos sérios, o utilizador é motivado pela necessidade de melhorar o seu desempenho (medido pelo mecanismo de pontuação) e pelo desafio de alcançar determinado objetivo [MdMNdC11].

No que diz respeito aos custos de desenvolvimento dos jogos sérios, quando comparados aos custos de desenvolvimento de simuladores clássicos, são reduzidos. Isto porque os jogos usam a mesma tecnologia em que os jogos de entretenimento são baseados e o tempo de desenvolvimento geralmente é mais curto do que o dos simuladores.

Para além destes fatores, o custo de implantação de um jogo sério também é reduzido porque a tecnologia de suporte (hardware e software) é amplamente difundida [CBM<sup>+</sup>12].

## 2.4 Tecnologias

A maior parte dos jogos atuais são feitos recorrendo ao uso de motores gráficos como o Unity3D ou o Unreal.

No que concerne especificamente à RA, as suas exigências tecnológicas são muito maiores do que para ambientes virtuais, razão pela qual a área de RA demorou mais a desenvolver do que a área de RV. *Displays*, rastreadores, computação gráfica e software continuam a ser essenciais em muitas experiências de RA. Os sistemas de RA aplicam-se aos sentidos humanos, destacando-se a visão, a audição e o tato, sendo que para os dois restantes (olfato e paladar) são menos desenvolvidos.

Ao nível da percepção auditiva, a sua exibição é limitada à utilização de auscultadores e altifalantes. Para aumentar a sensação de realismo à simulação é atualmente utilizado o *Haptic audio* nalguns dispositivos que, permite sentir o som em vez de ser apenas ouvido.

No que diz respeito à visualização ótica, existem três formas de apresentar visualmente a RA:



Figura 2.10: Comparação entre *see through* (à esquerda) e *head's up* (à direita) [KBA<sup>+</sup>16].

- **Video-see-through** - Uma câmara capta imagens do mundo real e as imagens aumentadas são vistas num *Head-Mounted Display* (HMD). O utilizador não consegue ver o mundo real diretamente.
- **Optical-see-through** - O utilizador consegue ver o mundo real através de um *display* semi-transparente (pode ser um *head-mounted*).
- **Baseada em projeção** - A informação virtual é projetada diretamente sobre os objetos do mundo real aos quais se pretende acrescentar informação.

Estas três abordagens podem ser aplicadas a distâncias variáveis do utilizador. Na figura 2.10 observamos a diferença entre os dois sistemas mais utilizados.

### **Video-see-through**

Para além de ser o mais barato e o mais fácil de implementar, *video-see-through* apresenta algumas vantagens como:

- Flexibilidade nas estratégias de composição (variedade de mistura de imagens reais e virtuais);
- É possível atrasar o vídeo real para compensar o atraso na geração das imagens virtuais;
- Facilidade na uniformização do brilho dos objetos reais e virtuais;
- É possível utilizar estratégias de alinhamento adicionais, baseadas nas imagens adquiridas.

No entanto, e como em qualquer tecnologia esta também possui as suas desvantagens, das quais podemos destacar o facto do campo de visão ser limitado, a resolução é limitada pela resolução dos dispositivos de *display*, as câmaras não estão colocadas exatamente no mesmo sítio que os olhos do utilizador (provocando algum desconforto e alguma confusão ao utilizador).

### **Optical-see-through**

As técnicas de *optical-see-through* apresentam as seguintes vantagens:

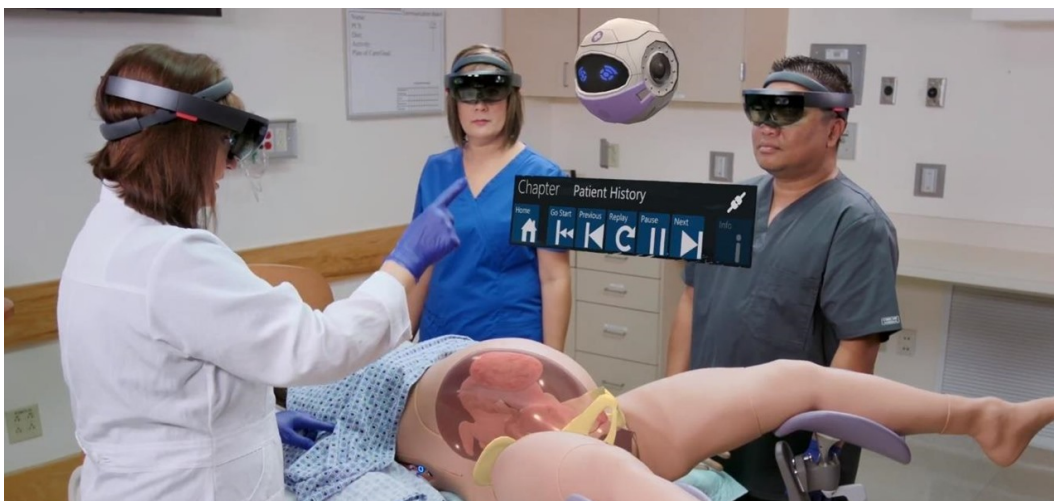


Figura 2.11: LucinaAR, o primeiro simulador de partos que faz uso dos Hololens.

- Segurança (se algo falhar, o utilizador continua a ver o mundo real);
- Resolução - apesar de a resolução dos objetos virtuais ser limitada, a vista do mundo real não o é;

Esta apresenta também alguns inconvenientes como é o caso da redução da quantidade de luz proveniente do meio ambiente, por vezes, os objetos virtuais aparecem semi-transparentes (o que afeta o efeito da oclusão) e a dificuldade do utilizador visualizar imagens focadas em dois sítios (no mundo real e no *display* das imagens virtuais).

### **Projeção**

Refletindo sobre a última abordagem, a visualização através do projetor, esta tem a vantagem de não exigir um grande desgaste e podem cobrir grandes superfícies para um amplo campo de visão.

A profundidade de campo limitada, as sombras, a influência da reflexão das superfícies e reflexões secundárias constituem as suas maiores desvantagens.

### **HoloLens**

Muito recentemente, a Microsoft lança uma nova tecnologia, os HoloLens, o primeiro dispositivo para *Windows Mixed Reality*, é um par de *smartglasses*. *Smartglasses* ou também designados como óculos inteligentes, são computadores portáteis que adicionam informações ao lado do que o utilizador está a ver no mundo real. A sobreposição de informações no campo de visão do utilizador, é conseguida através de um *Head-Mounted Display* - HMD ou *Heads-up Display* - HUD que são dotados da capacidade de refletir imagens digitais projetadas.

Na Figura 2.11 está representado o simulador de seu nome LucinaAR, o primeiro e único simulador de parto com cenários reproduzidos em Realidade Aumentada. Este simulador permite conhecer melhor como se desenrola todo o processo de parto, proporcionando uma experiência mais realista e controlável e uma melhor articulação

em manobras de parto. Os profissionais de saúde poderão não só praticar partos normais mas também podem praticar situações em que surge algum tipo de complicação, quer com o mãe, quer com o bebé. A utilização dos Holograms permite que o técnico de saúde receba *feedback* visual imediato de todo o cenário, aumentando assim a sua performance e o seu rendimento.

Poderá praticar partos normais ou de emergência num simulador de alta-fidelidade, enquanto é guiado por hologramas 3D dos movimentos do bebé, obtendo *feedback* fisiológico e visual imediatos sobre a evolução de todo o cenário.

Os *Smartglasses* podem obter informações de sensores internos ou externos, assim como pode controlar ou recuperar dados de outros computadores. Estes suportam tecnologias sem fio como é o caso do Wi-Fi e Bluetooth.

### Motor de Jogo

Um motor de jogos é um programa de computador que facilita o desenvolvimento de aplicações com gráficos em tempo real para videojogos. Suporte de animações, sons, comunicação em rede, renderização de gráficos 2D ou 3D são algumas das funcionalidades básicas que são fornecidas por um motor de jogos [uni].

Vuforia é uma extensão do Unity que permite desenvolver aplicações com RA. No vuforia podemos destacar quatro características essenciais: confiança (oferecendo a melhor visão de computador garantindo experiências robustas e confiáveis nos vários ambientes), criatividade, alcance máximo e visão avançada [vuf].

Para a RA, a tecnologia disponível, como os Microsoft Holograms, Google Glass, Sony SmartEyeglass, Epson Moverio BT-20, Recon Jet, GlassUp, Optinvent Ora-1 e Vuzix M100 Smart Glasses [KBA<sup>+</sup>16], entre outros, deverá impulsionar novas iniciativas para a educação médica. Os formadores de medicina devem procurar usufruir ao máximo do seu potencial, enquanto permanecem críticos relativamente às suas limitações.

## 2.5 Sumário

Modelos de simulação computadorizados, manequins e simuladores de realidade virtual são utilizados no treino médico-profissional para exercícios de tarefas parciais, exercícios de procedimentos completos e trabalho de equipa.

Tendo em conta que os ambientes 3D são já sobejamente conhecidos e utilizados ubiquamente em milhares de sistemas, decidiu-se focar esta revisão de literatura nos sistemas de realidade aumentada e nas suas aplicações médicas.

Como pudemos ver a RA é útil nos mais variados contextos, incluindo a assistência nos cuidados médicos. Existem algumas aplicações desenvolvidas especificamente para esta área, no entanto, ainda apresentam algumas falhas.

Apesar do foco principal do jogo sério não ser o entretenimento, este desempenha, como nos jogos em geral, um papel importante. Nalgumas áreas da medicina, nomeadamente na reabilitação cognitiva, a componente de motivação é um fator decisivo no progresso positivo dos tratamentos no paciente. Também nesta área existem alguns

## Revisão Bibliográfica

jogos sérios já desenvolvidos (como o RehaCom e Virtual Life Skills), embora apresentem limitações. Uma delas é o facto de não permitir que os terapeutas consigam acompanhar a evolução dos seus doentes.

## Revisão Bibliográfica



## Capítulo 3

# Requisitos e Arquitetura

Neste capítulo é apresentado o contexto e a explicação de todo o caso de estudo. Para além disto, são apresentados todos os requisitos funcionais e não funcionais do sistema, bem como toda a arquitetura.

Esta dissertação está integrada no projeto Simprove, realizado em parceria com a Faculdade de Medicina da Universidade do Porto e com a empresa STI-Medical, que muito contribuíram para a sua realização, sendo que os requisitos não funcionais são comuns ao projeto e a arquitetura é específica desta dissertação.

### 3.1 Contexto

A simulação médica é considerada um complemento educacional eficaz no treino de situações médicas, tanto a nível de graduação como de pós-graduação. Permite que conhecimentos, habilidades e atitudes sejam adquiridos de maneira segura, educativa e eficiente [SCPMMP16].

Neste contexto, a simulação fornece habilidades e experiências que facilitam a transferência de competências cognitivas, psicomotoras e de comunicação adequadas, alterando comportamentos e atitudes [ZRSG03] e, finalmente, melhorando a segurança do paciente [AMD<sup>+</sup>10].

Além do impacto no desempenho individual e de equipa, a simulação oferece uma oportunidade para estudar falhas organizacionais e melhorar o desempenho do sistema. A simulação proporciona um ambiente educacional seguro e favorável, incentivando a aquisição e o desenvolvimento de capacidades recorrendo à experiência e estimulando a reflexão sobre o desempenho realizado em cada tarefa [Bra06].

Para complementar os Centros de Simulação surge então a ideia de integrar jogos sérios ou sistemas que a eles se assemelhem.

Na Figura 3.1 vemos um esquema que resume e representa a proposta inicial de solução do projeto. Esta proposta foi evoluindo ao longo da dissertação e do projeto, tendo sofrido algumas alterações. Foi proposta a criação de um servidor central com um editor de cenários clínicos que irá servir de base tanto aos jogos como às simulações de realidade virtual. O editor será uma aplicação web na qual serão descritos grafos com a informação relativa aos cenários clínicos, contendo os vários estados do

## Requisitos e Arquitetura

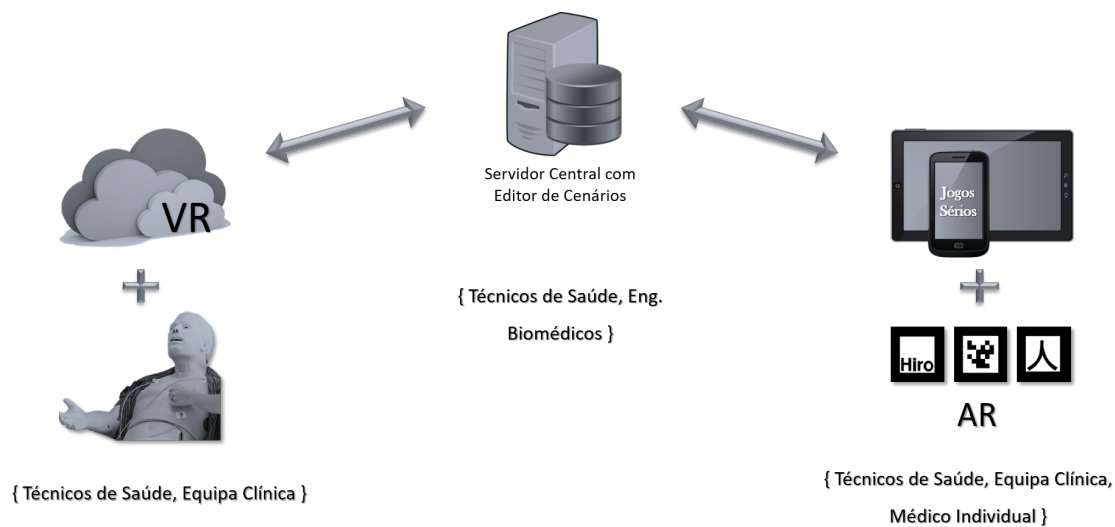


Figura 3.1: Esquema que representa a proposta inicial de solução.

jogo e as ações que envia ao sistema de simulação. Desta forma a caracterização dos cenários é feita de forma dinâmica e posteriormente importada para as aplicações de RV e para os jogos sérios.

Esta dissertação tem como foco o desenvolvimento de um sistema de simulação semelhante a um jogo sério, mas que no fundo privilegia e coloca sempre em primeiro plano a simulação, sistema este que deve recriar vários ambientes clínicos. Este poderá vir a ser jogado por equipas completas, incompletas ou até mesmo individualmente pelos profissionais de saúde.

O objetivo destes sistemas é recriar a operação dos centros de simulação, reunindo equipas e agindo num mundo virtual sobre alguns componentes virtuais criados pela realidade aumentada, de uma maneira distribuída, colaborativa e sincronizada.

A grande vantagem deste sistema será que futuramente, qualquer profissional de saúde poderá juntar-se com outros e treinar situações clínicas, recorrendo ao uso do seu dispositivo móvel, desenvolvendo e treinando competências, como a colaboração de equipa, que de outra maneira seriam mais difíceis de adquirir.

O sistema de simulação desenvolvido foi testado e avaliado junto de um conjunto de utilizadores não especialistas e foi ainda realizada uma entrevista semi-estruturada com a professora Carla Sá Couto, que pertence à Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (FMUP), que juntamente com outros profissionais de saúde ligados ao projeto Simprove, constituíram o suporte essencial tanto para a fase de recolha e validação de conhecimentos como para a fase de testes.

O *feedback* fornecido quer pelos utilizadores especialistas, quer pelos não especialistas, será um fator de destaque pois permite não só melhorar aspetos relacionados com a criação e especificação dos cenários, sempre com o objetivo de os tornar mais realistas e estimulantes, mas também melhorar aspetos do jogo, tornando-o mais intuitivo, prático e com o grau de exigência esperado.

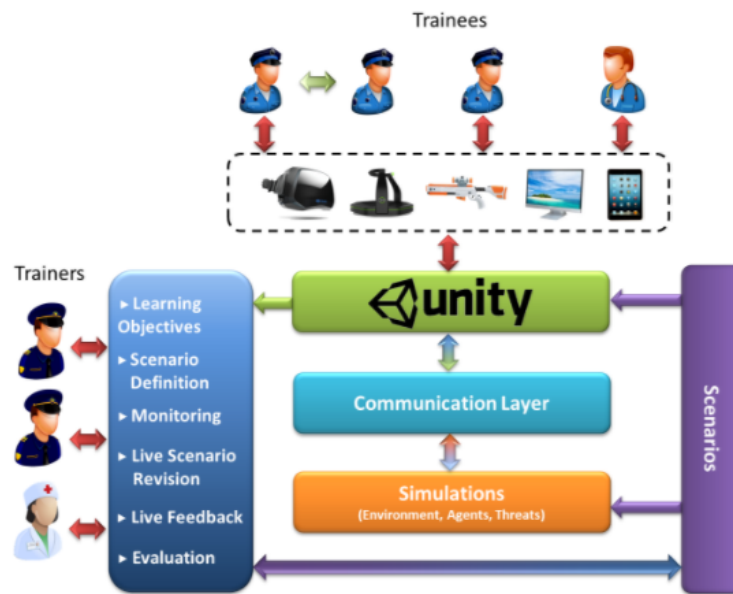


Figura 3.2: Proposta de desenvolvimento [tec].

### 3.2 Caso de estudo

O cenário deve ser concebido e desenvolvido com base nos objetivos de aprendizagem e nos resultados esperados. Esses objetivos devem ter em conta o público-alvo e as necessidades de treino. Se a aquisição de uma habilidade técnica for o objetivo, o design do cenário é mínimo e pode ser reduzido a um treino de uma determinada tarefa parcial. Por outro lado, se a meta for a aquisição de habilidades não técnicas (ou uma combinação de ambas), o design deve ser cuidadosamente pensado, promovendo o treino de habilidades específicas desafiando os participantes num caso clínico realista.

Um *script*/modelo de cenário é bastante útil para organizar e padronizar todos os aspetos relacionados com o cenário. De acordo com o grau de complexidade da situação clínica que está a ser praticada ou testada, um certo nível de fidelidade ou realismo pode ser mais ou menos adequado [SCPMMP16]; [Bat17].

#### Sessão de Simulação

Uma sessão de simulação é geralmente constituída por três etapas: *briefing*, cenário e *debriefing/feedback* [SCPMMP16]:

1. **Briefing:** Fornece uma pequena introdução para a experiência simulada e promove o envolvimento do participante no cenário. O *briefing* da sala, do equipamento e do processo de simulação (incluindo *debriefing/feedback*) é essencial para uma valiosa experiência de aprendizagem.
2. **Cenário:** Consiste no desempenho real de um estagiário ou estagiários numa situação simulada específica. Pode variar de configurações básicas para treino de habilidades técnicas individuais a ambientes imersivos para treino de equipa.

3. **Discussão e feedback:** Estes constituem elementos fundamentais da aprendizagem baseada em simulação [Gar13]. O *feedback* é uma informação específica sobre a comparação entre o desempenho observado do participante e um padrão, e é dado com a intenção de melhorar o desempenho dos formandos (principalmente em habilidades técnicas). *Debriefing* é uma assembleia de participantes e instrutores na qual a simulação anteriormente realizada é relembrada, analisando e refletindo para concordar com futuras mudanças na prática. Tipicamente, os tópicos que podem beneficiar do *briefing* são o treino de equipas, habilidades de gestão de recursos e o treino multidisciplinar [FG07]. O *feedback* resume-se ao que foi feito e o *debriefing* ao porquê do que foi feito.

### Tipos de Cenários

O projeto na qual esta dissertação se insere foca-se na simulação de três principais cenários clínicos:

- C1: Intra-hospitalar
- C2: Pré-Hospital
- C3: Transporte

Para cada um destes tipos de cenários possíveis, os requisitos técnicos serão previamente estabelecidos nos objetivos educacionais do treino a ser imposto.

#### Cenário 1: Intra-hospitalar

O primeiro ambiente de simulação fornece cenários em situação intra-hospitalar, que podem ser recriados: no escritório, na unidade de internamento e na sala de emergência (cenário base).

Alguns exemplos de condições médicas que podem ser recriadas neste primeiro cenário serão as de choque hemorrágico, choque anafilático e sépsis, entre outras. Os participantes alvo deste cenário serão principalmente equipas de trauma (ou seja, anestesiológicas, equipa de enfermagem e auxiliares de ação médica), refletindo no final, não só o desempenho individual de cada membro da equipa mas também a comunicação estabelecida entre todos os membros.

#### Cenário 2: Pré-Hospitalar

O segundo ambiente de simulação fornece cenários em emergência pré-hospitalar, especificamente: ruas ou situação em casa.

Alguns exemplos de situações críticas que podem ser recriadas neste cenário serão acidentes de viação (em que pode existir um número elevado de vítimas), situações de terrorismo (risco biológico, por exemplo), desastres naturais e acidentes de trabalho, entre outros. Os participantes alvo deste cenário são equipas de emergência (como o INEM / VMER), das quais fazem parte essencialmente enfermeiros e paramédicos, e podem até incluir outros agentes da proteção civil (como bombeiros

ou forças de segurança) promovendo sempre a formação, colaboração e articulação entre as várias equipas.

### **Cenário 3: Transporte**

Por último, o terceiro ambiente de simulação fornece cenários para situação de transporte de emergência, especificamente: não hospitalar.

Alguns exemplos de situações críticas que podem ser recriadas neste cenário transportarão o paciente em paragem cárdiorespiratória (PCR), transporte pediátrico, paciente vítima de trauma, entre outras situações. Os participantes alvo deste cenário são essencialmente equipas de emergência (como o INEM / VMER), cujos elementos são principalmente enfermeiros e paramédicos, que prestam os primeiros auxílios à vítima.

Perante estes objetivos, existem várias abordagens que podem ser feitas para os cenários acima referidos:

- Trocar o manequim ou adicionar equipamentos especiais de interação;
- Criar um simulador de software mais integrado com mais informações e automação além do simulador comercial;
- Adicionar rastreamento adicional ou dispositivos rastreáveis;
- Adicionar camadas de visualização em AR, VR ou tablet;
- Criar uma camada de gamificação para aprender.

O projeto Simprove promove o desenvolvimento dos cinco pontos acima referidos, cada um direcionado para a sua área, mas que em conjunto constituem uma mais valia para os centros de simulação e posteriormente para todos os profissionais desta área.

No âmbito desta dissertação o foco foi a criação de um ambiente de simulação usando como caso de estudo, o tipo de cenário 1: intra-hospitalar, onde ao paciente é diagnosticada: anafilaxia ou choque anafilático.

### **Avaliação**

Atualmente, a revisão pós-ação é feita manualmente durante o *debriefing* (reflexão crítica) das sessões de simulação.

Para permitir mecanismos de avaliação automatizados, os elementos de desempenho (indicadores) devem ser recolhidos e os objetivos ou categorias de desempenho devem ser estabelecidos para a revisão após cada ação realizada. A nova arquitetura inclui esse recurso.

A revisão automática abrange todas as formas de simulação, sejam elas baseadas em centros de simulação ou centros virtuais de simulação (por exemplo, jogos sérios ou sistemas semelhantes).

No caso dos centros de simulação, a avaliação automática fornece informações adicionais para a revisão após cada ação, ou seja, *debriefing*.

No caso de centros de simulação virtual, a avaliação automática fornece a maioria dos elementos de avaliação. Estas ferramentas permitem a criação de um sistema de classificação que pode apoiar a certificação profissional adaptados ao sistema de reconhecimento profissional de cada país.

No caso dos jogos sérios, os indicadores de metas de desempenho guiam o comportamento dos jogadores virtuais, quando eles substituem os jogadores reais.

### 3.3 Requisitos

Nesta secção será feita uma descrição geral dos requisitos do sistema. Esta secção irá ser dividida em duas subsecções que se destinam aos requisitos funcionais e não funcionais. Os requisitos funcionais caracterizam-se por demonstrarem as funcionalidades do sistema, ou seja, aquilo que o sistema é realmente capaz de fazer. Por sua vez, os requisitos não funcionais estão associados à qualidade do sistema ou do *software*.

#### 3.3.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos podem ser dependentes de outros, mas nem todos eles têm o mesmo grau de importância, ou seja, para um bom funcionamento do sistema, seria suficiente que todos os requisitos classificados com “alta” prioridade estivessem implementados (tabela 3.1).

Tabela 3.1: Tabela de requisitos funcionais do sistema.

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Classificação</b>
I01	Menu Inicial ( <i>briefing</i> )	Alta
I02	Iniciar o jogo	Alta
I03	Fazer pausa no jogo	Baixa
I04	Ter zona de ações possíveis para determinado cenário	Alta
I05	Zona de alterações do jogo	Alta
I06	Monitor ECG com sinais vitais e respetivas ondas	Alta
I07	Painel de ações já realizadas	Alta
I08	<i>Debriefing</i> com ações e respetivos tempos	Média
I09	Guardar as ações e respetivos tempos num ficheiro CSV	Alta
I10	Jogo disponível em mais do que uma linguagem	Baixa
I11	Alguns botões desativados após o primeiro clique	Média
I12	Mostrar tempo de jogo	Alta
I13	Conetar ao servidor	Alta
I14	Recolha de todos os eventos/ações realizadas	Alta
I15	Alteração da visualização conforma a informação do cenário	Alta

### 3.3.2 Requisitos não Funcionais

Os editores e sistemas de simulação incluídos neste projeto devem respeitar, sempre que possível, os requisitos que se seguem:

#### **Facilidade de uso**

O editor de cenários deve apresentar uma interface perceptível e intuitiva e fornecer ferramentas fáceis de usar para permitir que profissionais sem conhecimentos ao nível da programação criem novos cenários clínicos.

#### **Ferramentas**

As ferramentas disponibilizadas pelo editor de cenários devem ser versáteis e poderosas e devem fornecer controlo sobre todas as funcionalidades, sejam elas básicas ou avançadas.

#### **Extensibilidade**

À medida que a tecnologia avança, o editor de cenários deve acompanhar essa evolução, sendo capaz de abranger as novas soluções que vão surgindo.

#### **Modularidade**

Novos módulos devem ser integrados no editor de cenários para fornecer funcionalidades que possam vir a ser úteis no futuro.

#### **Padronização**

Em contraste com a maioria dos editores de cenários da atualidade, este editor de cenários deve basear-se nos padrões disponíveis quando possível e implementar novos quando necessário, com o objetivo de trabalhar com diferentes soluções existentes sem a necessidade de aprender novos paradigmas se o *hardware* sofrer alterações.

#### **Reusabilidade**

O editor e os cenários criados devem ser reutilizáveis, ou seja, deve ser possível usar projetos como modelos para novos projetos.

#### **Parametrização**

Os dados do cenário devem ser baseados em parâmetros. Depois de um cenário ser criado, deve ser possível alterar os valores considerados relevantes sem que seja necessário criar novos cenários.

#### **Abstração**

O editor deve abstrair o *hardware* o máximo possível e ser capaz de gerar cenários para a gama mais ampla possível de manequins, sensores e outros. Para além disto, também deve ser independente da plataforma e executado no navegador por exemplo, bem como em diferentes plataformas de computação.

As simulações de jogos sérios e a simulação ao vivo, visam atingir determinados objetivos educacionais que devem ser definidos. Em cada cenário, é necessário realizar algumas perguntas, como por exemplo:

1. O que queremos que os participantes aprendam?
2. Quais são os resultados da equipa?
3. Como medimos a comunicação?
4. Quais são os indicadores de sucesso do sistema?

Finalmente, um dos principais objetivos é a melhoria na comunicação e na colaboração entre as diversas equipas que fazem parte do ambiente hospitalar, como os médicos, enfermeiros, técnicos, bombeiros, auxiliares, entre muitos outros.

### Ambientes de simulação clínica e desenho de cenários

O primeiro passo no *design* de um ambiente de simulação é a definição do *script*. Este fornece informações detalhadas sobre todos os aspetos relevantes para a configuração do ambiente. Depois de definir o ambiente, vários cenários clínicos podem ser desenvolvidos para esse ambiente específico.

A descrição do cenário deve começar com a definição dos objetivos de aprendizagem, técnicos e não técnicos, que para o caso de estudo se encontram na tabela 3.2. O fluxograma do cenário é o próximo passo e inclui o *briefing* clínico, todas as ações esperadas e suas implicações no estado do paciente. O exemplo usado nesta fase inicial do projeto e que foi testado com utilizadores foi um cenário de choque anafilático, baseado na descrição de [Mcc17].

Tabela 3.2: Tabela de objetivos de aprendizagem.

Objetivos de Aprendizagem	Um jogador	Multi-jogadores
Não Técnicos	Recolha inicial de informação do paciente Reavaliação Tomada de decisão	Recolha inicial de informação do paciente Reavaliação Comunicação entre jogadores Coordenação e distribuição de tarefas Tomada de decisão
Técnicos	Monitorização Administração de Oxigénio Colocação de Cateteres Identificação da Anafilaxia Tratamento de Anafilaxia (Administração de Epinefrina)	Monitorização Administração de Oxigénio Colocação de Cateteres Identificação da Anafilaxia Tratamento de Anafilaxia (Administração de Epinefrina)



### 3.4 Arquitetura

A arquitetura geral deste projeto em que esta dissertação se insere pode ser resumida na figura 3.3. A simulação ao vivo irá utilizar os manequins disponíveis nos centros de simulação, mapeamento de vídeo, sensores de entrada e óculos de RA. Mas para além disso, haverá exercícios de treino usando os mesmos cenários em RV e computadores. Os cenários serão criados usando um Editor de Cenários comum.

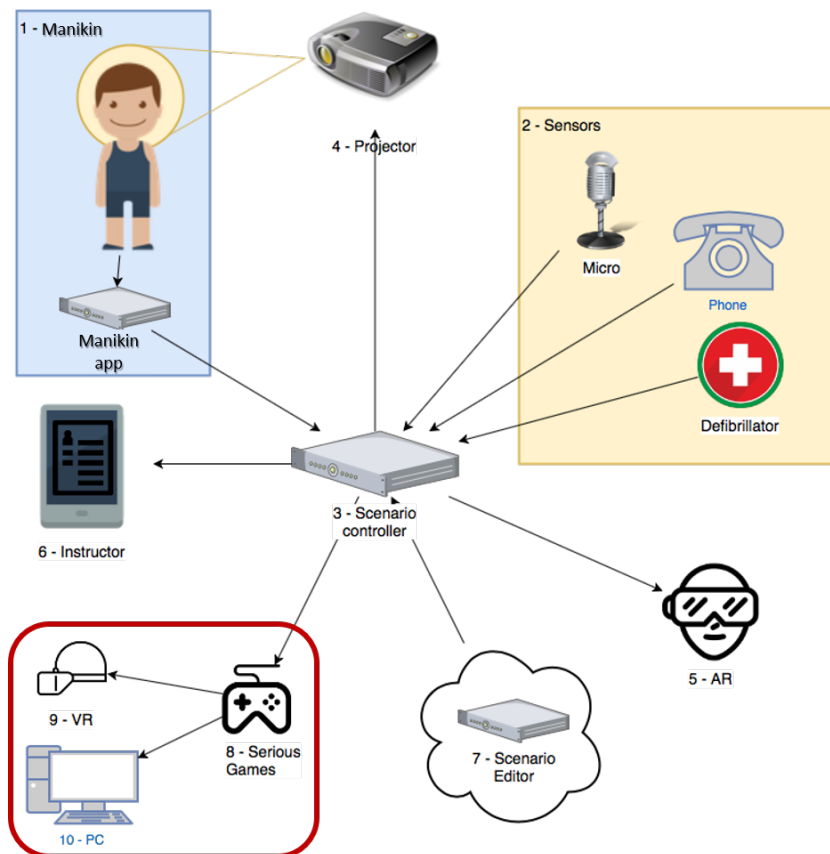


Figura 3.3: Arquitetura do projeto Simprove englobando todos os sistemas.

A especificação do cenário deve ser genérica o suficiente para poder incluir duas situações principais de casos de uso, sendo elas:

#### **Simulação em jogos sérios ou sistemas semelhantes**

Simulação local utilizando computadores, tablets, sistemas de AR e sistemas de VR.

#### **Simulação ao vivo - RA**

Utilizando os manequins disponibilizados pelos centros de simulação, vários utilizadores, vários sensores e fones de RA.

Enquanto que na simulação ao vivo, vários sinais são recolhidos através do manequim e de diferentes fontes. Na simulação do jogo sério, todos os objetos, a sala, o cenário, incluindo o manequim, tudo é simulado.

## Requisitos e Arquitetura

Para isso, todos os dados essenciais para a simulação são registrados, como mostra o modelo relacional da figura 3.4.

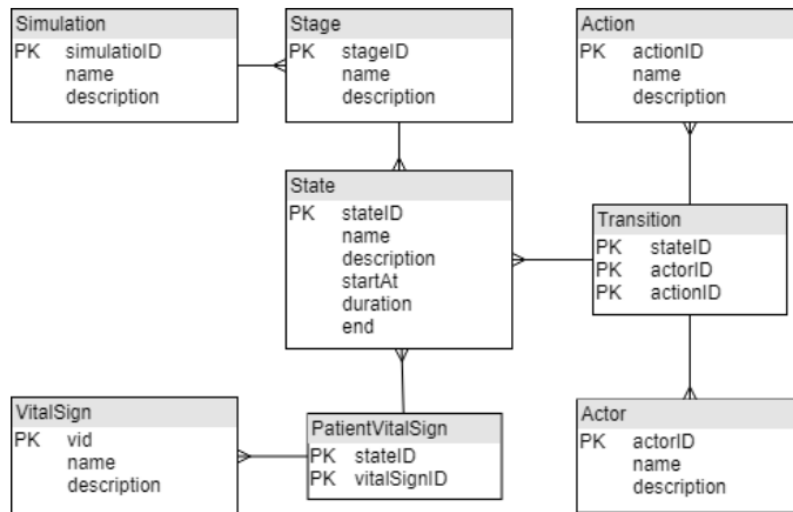


Figura 3.4: Modelo relacional de entidades.

A arquitetura deste sistema de simulação baseia-se na comunicação que se estabelece entre o servidor e o cliente.

Está a ser criado e desenvolvido um servidor central com um editor de cenários clínicos que serve de base tanto a este sistema de simulação, como posteriormente, irá servir também as simulações de realidade virtual.

O editor será uma aplicação web na qual serão descritos grafos com a informação relativa aos cenários clínicos, contendo os estados que o jogo sério terá e as ações que este necessita de realizar, de forma a trocar de estado. Desta forma a caracterização dos cenários é feita de forma dinâmica e posteriormente importada para as aplicações de RV e para este sistema.

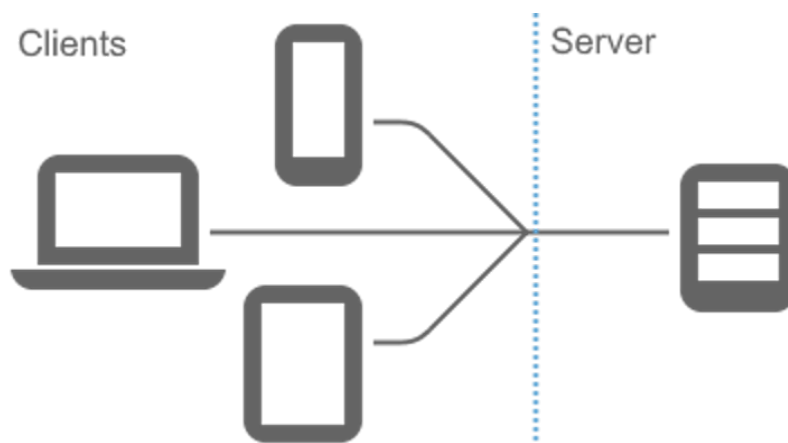


Figura 3.5: Arquitetura da comunicação entre o servidor e possíveis clientes.

O servidor é responsável por enviar ao cliente todas as ações disponíveis para cada um dos respetivos cenários, bem como todas as alterações aos sinais vitais que

resultam de toda a interação com o cenário.

O cliente recebe todas as ações e é responsável por informar o servidor cada vez que for realizada uma ação no cenário, de forma a que o servidor lhe possa dizer quais as alterações que devem ser feitas aos sinais vitais mediante as decisões tomadas pelo jogador. A comunicação entre o servidor e o cliente pode ser representada pela figura 3.5.

A figura 3.6 representa o início de um cenário, onde é descrita a sequência de interações em tempo real entre o servidor e o sistema de simulação / jogo sério. Assim, o sistema é executado e no fim de cada sessão de simulação envia os resultados registados para o servidor.

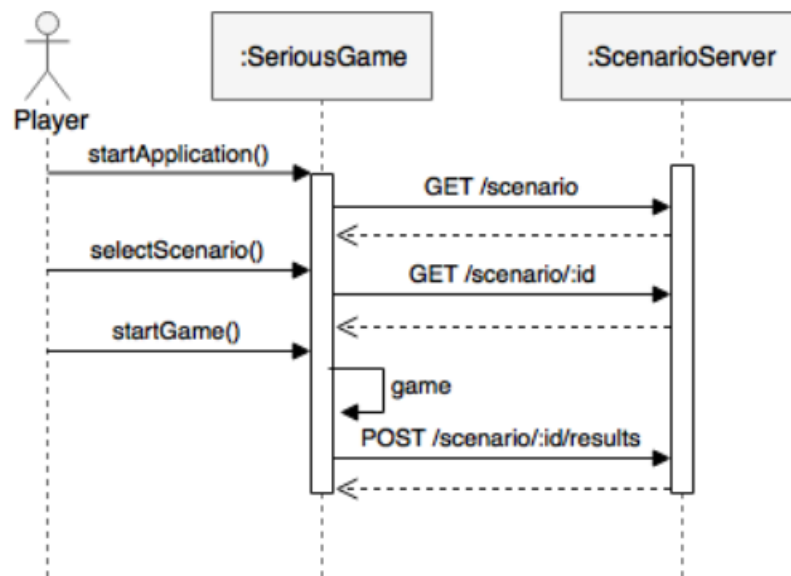


Figura 3.6: Diagrama de sequência de comunicação.

Neste momento, o sistema de simulação comunica com o servidor para obter informações sobre o cenário a realizar. Para cada cenário específico, o servidor envia ao sistemas todas as ações disponíveis para esse mesmo cenário.

No final da sessão de simulação, o sistema envia os resultados registados para o servidor, para que possam ser observados e discutidos na fase de *debriefing*.

### 3.5 Sumário

Este capítulo apresenta o contexto do sistema implementado nesta dissertação, bem como o caso de estudo selecionado para demonstrar toda a mecânica do sistema. Os requisitos funcionais dizem respeito ao sistema implementado. No entanto os requisitos não funcionais são comuns ao sistema e ao projeto Simprove em geral. Tanto uns como outros foram respeitados sempre que possível. A arquitetura abordada neste capítulo diz respeito à arquitetura geral do projeto na qual está inserida esta dissertação.



## Capítulo 4

# Implementação

O presente capítulo descreve com detalhe todo o processo de implementação do protótipo. Inicialmente é introduzida e explicada todo o cenário de simulação relacionado com o sistema implementado. Segue-se uma explicação sobre a comunicação que se estabelece entre o servidor e o cliente.

Por último, também são incluídas neste capítulo todas as bibliotecas externas que complementaram o desenvolvimento do protótipo e ainda todas as mecânicas do sistema.

### 4.1 Cenário de Simulação

Tal como já referido anteriormente, a arquitetura do sistema de simulação desenvolvido baseia-se na comunicação que se estabelece entre o servidor (editor de cenários) e o cliente (sistema de simulação).

O caso de estudo selecionado para servir como pioneiro dos cenários de simulação clínicos, foi o da anafilaxia, dado que é um caso não muito complexo, tendo em consideração que a quantidade de ações necessárias para a resolução da situação é relativamente simples.

A anafilaxia, ou também designada por choque anafilático, é conceituada como uma reação alérgica aguda grave, com início súbito e evolução rápida, e que é potencialmente fatal [Dir11]. A suspeita clínica e respetivo diagnóstico são fundamentais para uma abordagem segura e adequada dos pacientes durante um episódio deste tipo.

Na figura 4.1 é apresentado o diagrama do caso de estudo, choque anafilático. Neste diagrama é possível observar todas as ações que devem ser realizadas pelo profissional de saúde para que consiga estabilizar o paciente, todos os tempos em que as mesmas devem ser concretizadas e ainda todos os estados do paciente, consoante as ações realizadas, ao longo do cenário.

### **Tempo**

Os tempos representados no diagrama são os limites para os quais as ações representadas anteriormente já deveriam ter sido realizadas. No caso de uma ação ser realizada fora do tempo previsto, o profissional de saúde deve ser orientado para que realize a ação em falta.

O tempo máximo para a conclusão do cenário são cerca de 9 minutos, sendo que a sessão de simulação é dada por terminada, independentemente do profissional de saúde realizar, ou não, todas as ações esperadas.

### **Ações**

No que diz respeito às ações, inicialmente é apresentado e introduzido o cenário, bem como a situação que levou ao estado atual do paciente. Após esta fase, o utilizador deve proceder, ordenadamente, à realização das tarefas para solucionar o caso clínico apresentado.

Inicialmente deve proceder à observação e monitorização do paciente (monitor ECG, administração de fluídos e administração de oxigénio). Pela análise do resultado destas ações, o profissional de saúde deve ser capaz de identificar o cenário de anafilaxia. No caso do utilizador exceder o tempo de diagnóstico pré-estabelecido, o instrutor ou o sistema deve ir dando algumas dicas para que seja mais fácil a sua identificação.

Finalmente, o profissional de saúde deve administrar o fármaco adequado ao respetivo cenário, que neste caso é a epinefrina.

Mediante o desempenho do participante, o estado final do paciente varia desde: alta, internamento e passar para a unidade de cuidados intensivos.

### **Estado do Paciente**

O diagrama contém ainda toda a informação relativa aos sinais vitais do paciente, sejam eles físicos (dificuldades respiratórias, presença ou ausência de consciência, erupções cutâneas, dores abdominais, entre outros sinais observáveis) ou aqueles que são monitorizados (como: a temperatura corporal do paciente, o batimento cardíaco, a pressão sanguínea, a taxa de respiração e a saturação de oxigénio).

Para além disto, note-se que cada ação, seja ela realizada no tempo estimado ou não, terá as suas consequências no estado de saúde do doente, nomeadamente na alteração constante dos seus sinais vitais.

Para uma melhor interpretação deste diagrama, podemos traduzi-lo numa tabela (Anexo E). A tabela 4.1 é apenas uma representação reduzida dessa tradução, contendo apenas o exemplo de três minutos de um total de cerca de dez minutos, dado que a tabela completa se tornaria demasiado extensa.

## Implementação

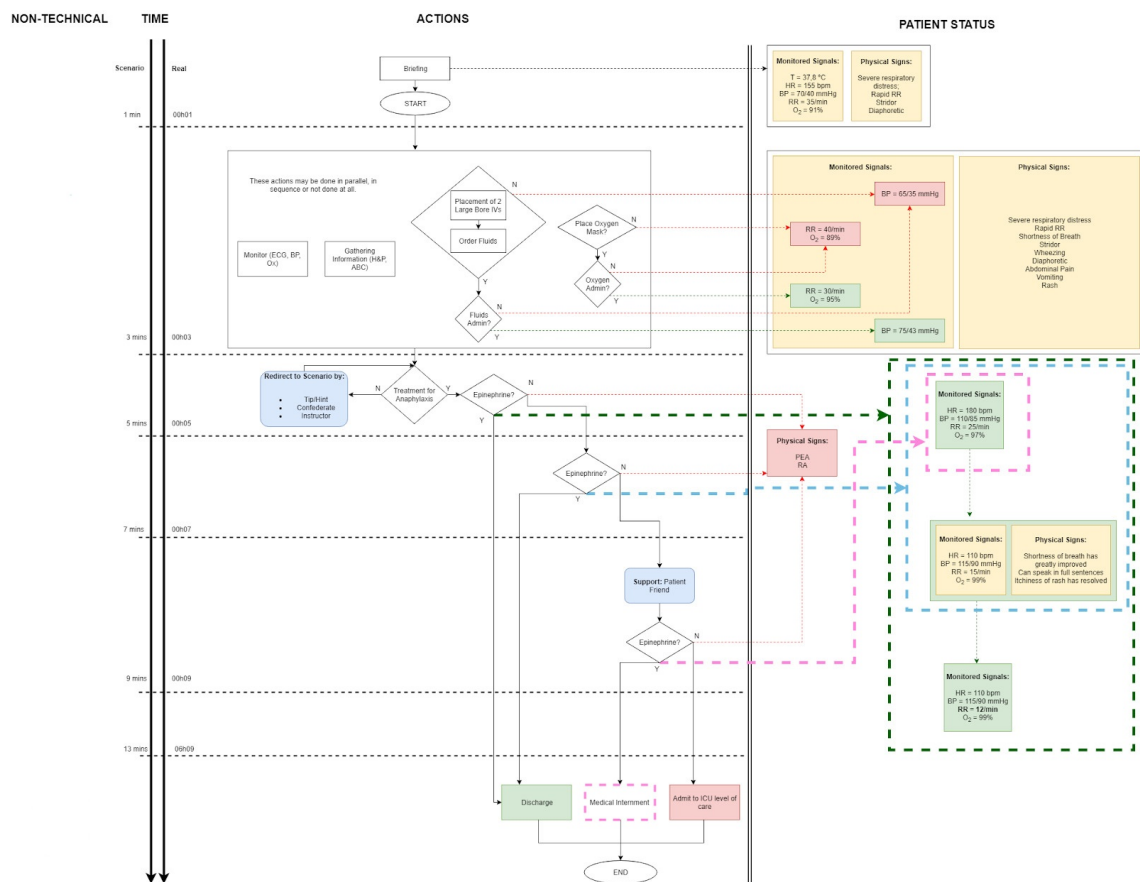


Figura 4.1: Exemplo de um diagrama de fluxo do cenário, incluindo todas as ações esperadas, e respetivas implicações para o estado do paciente. (<https://dei.fe.up.pt/gig/simprove/>)

## 4.2 Comunicação Cliente-Servidor

O servidor é indispensável para a centralização de todos os cenários clínicos e ainda para a sua otimização e automatização, por forma a que a utilização e integração de qualquer plataforma, sistema ou dispositivo não seja demasiado complexa.

O servidor e o cliente estabelecem entre si uma comunicação síncrona, dado que existe sincronismo entre os pedidos. Sendo assim, tanto o servidor como o cliente têm que estar a funcionar ao mesmo tempo, para que possam estabelecer comunicação.

Quando o servidor é executado, fica à espera que o cliente (o sistema de simulação) seja também executado para que possam, apenas depois de uma conexão com sucesso, começar a troca de mensagens. No caso do cliente não se conseguir conectar ao servidor, o cliente não vai poder receber nenhum tipo de ação, não sendo possível avançar no sistema.

O servidor é responsável por enviar ao cliente todas as ações disponíveis para cada um dos respetivos cenários, bem como todas as alterações aos sinais vitais que resultam das ações que o utilizador realiza no decorrer da sessão.

O cliente recebe todas as ações e é responsável por informar o servidor cada vez que for realizada uma ação no cenário, de forma a que o servidor lhe possa dizer quais

## Implementação

Tabela 4.1: Excerto da tabela de ações e alterações do estado do paciente para o cenário de choque anafilático.

Tempo	Ação	Sinais Físicos	Sinais Monitorizados
0 min	Instruções iniciais ( <i>briefing</i> )	Dificuldades Respiratórias Graves Taxa Respiratória Rápida (RR)	Temperatura = 36,8°C  Frequência Cardíaca(HR) = 155bpm Pressão Sanguínea(BP) = 70/40mmHg Taxa Respiratória(RR) = 35/min Saturação de Oxigénio(O2) = 91
1 min	Monitorização  Aquisição de Informação Administração de Fluidos Administração de Oxigénio	Dificuldades Respiratórias Graves Taxa Respiratória Rápida (RR) Falta de ar  Dor Abdominal  Vômito  Erupção Cutânea	Temperatura = 36,8°C  Frequência Cardíaca(HR) = 155bpm   Taxa Respiratória(RR) = 35/min Saturação de Oxigénio(O2) = 91
3 min	Monitorização  Aquisição de Informação Administração de Fluidos Administração de Oxigénio	Dificuldades Respiratórias Graves Taxa Respiratória Rápida (RR) Falta de ar  Dor Abdominal  Vômito  Erupção Cutânea	Temperatura = 36,8°C  Frequência Cardíaca(HR) = 155bpm   Taxa Respiratória(RR) = 35/min Saturação de Oxigénio(O2) = 91

as alterações que devem ser feitas aos sinais vitais mediante as decisões tomadas pelo jogador (4.1, 4.2 e 4.3).

No código 4.1, a função *SetupClient()* permite que se estabeleça a comunicação do cliente com o servidor.

No caso da função *OnReceiveAction(NetworkMessage netMsg)* em 4.2, esta é responsável pela invocação da função *CreateButton()*, passando como argumento o nome da ação, que cria um botão na interface para cada ação que o cliente recebe do servidor.

Por sua vez, a função *OnReceiveVitSign(NetworkMessage netMsg)* em 4.3 é responsável por alterar o valor de cada um dos sinais vitais do monitor ECG, identificados



## Implementação

pela key que o cliente recebe do servidor.

```
1 public void SetupClient()
2 {
3     myClient = new NetworkClient();
4     myClient.RegisterHandler(MsgType.Connect, OnConnected);
5     myClient.RegisterHandler(MsgAction.type, OnReceiveAction);
6     myClient.RegisterHandler(MsgVitSignal.type, OnReceiveVitSign);
7     myClient.Connect("127.0.0.1", 4444);
8     Debug.Log("INIT CLIENT");
9 }
```

---

**Listing 4.1: Ligação que se estabelece entre o servidor e o cliente.**

```
1 public void OnReceiveAction(NetworkMessage netMsg)
2 {
3     MsgAction msg = netMsg.ReadMessage<MsgAction>();
4     Debug.Log("Client MSG " + netMsg);
5     Debug.Log("MSG " + msg.action);
6
7     listController.CreateButton(msg.action, true);
8     Debug.Log("Invalid Action!");
9
10 }
```

---

**Listing 4.2: Função que permite receber todas as ações necessárias para um determinado cenário.**

```
1 public void OnReceiveVitSign(NetworkMessage netMsg)
2 {
3     MsgVitSignal msg = netMsg.ReadMessage<MsgVitSignal>();
4     Debug.Log("Client MSG " + netMsg);
5     Debug.Log("MSG " + msg.key + " : " + msg.value);
6
7     switch (msg.key)
8     {
9         case "HR":
10             Text hr = GameObject.Find("TextHR").GetComponent<Text>();
11             hr.text = msg.value;
12             hr.GetComponent<Text>().color = Color.green;
13
14             Debug.Log("HR" + msg.value);
15             break;
16
17         case "BP":
18             Text bp = GameObject.Find("TextBP").GetComponent<Text>();
19             bp.text = msg.value + " /";
20             bp.GetComponent<Text>().color = Color.red;
21
22             Debug.Log("BP" + msg.value);
23             break;
```

## Implementação

```
24
25     case "RR":
26         Text rr = GameObject.Find("TextRR").GetComponent<Text>();
27         rr.text = msg.value;
28         rr.GetComponent<Text>().color = Color.blue;
29
30         Debug.Log("RR" + msg.value);
31         break;
32
33     case "SpO2":
34         Text spo = GameObject.Find("TextSpO2").GetComponent<Text>();
35         spo.text = msg.value;
36         spo.GetComponent<Text>().color = Color.yellow;
37
38         Debug.Log("SpO2" + msg.value);
39         break;
40
41     default:
42         Debug.Log("Sinal n o reconhecido!");
43         break;
44 }
45 }
```

---

**Listing 4.3:** Função que permite receber todos os sinais vitais.

## 4.3 Bibliotecas

Os gráficos observados no monitor ECG, resultaram do pacote *Graph Maker* que foi adquirido no decorrer do desenvolvimento deste projeto. Este pacote disponibiliza os mais variados gráficos, como por exemplo, gráficos de barras, de linhas, de *Bezier*, em anel e ainda árvores hierárquicas [Gra].

Para este projeto foram apenas utilizados os gráficos de linhas. Estes gráficos são utilizados para representar as ondas correspondentes aos diversos sinais vitais de um paciente, nomeadamente as ondas de batimento cardíaco, da pressão sanguínea e também da saturação de oxigénio.

As ondas são desenhadas a partir da leitura de um ficheiro CSV para cada uma das respetivas ondas (Anexo D). Os ficheiros contêm todos os pontos que formam as ondas no seguinte formato (x,y). Este ficheiro estão constantemente a ser lidos no decorrer de todo o jogo.

No caso do ficheiro que contém os pontos correspondentes à onda do batimento cardíaco, esta sofre algumas alterações consoante o estado do paciente. No entanto, o formato da onda nunca se altera e, por isso, os pontos da onda não precisam de ser alterados, apenas é necessário alterar a sua leitura, lendo e desenhando apenas os que são necessários para cada valor do batimento cardíaco.

Deste modo, a sua leitura é feita da seguinte forma:

```

1 while (true)
2 {
3     List<string> searchList = new List<string>();
4     while (!reader.EndOfStream)
5     {
6         yield return new WaitForSeconds(plotIntervalSeconds);
7         if (!plottingData) break;
8
9         int x = 0, y = 0;
10
11         if (tempX.HasValue)
12         {
13             x = tempX.Value; y = tempY.Value;
14         }
15         else {
16             //standard behaviour
17             var line = reader.ReadLine();
18             searchList.Add(line);
19             string[] numbers = line.Split(',');
20             int.TryParse(numbers[0], out x);
21             int.TryParse(numbers[1], out y);
22         }
23         tempX = null;
24
25         if(y==0 && int.Parse(valueHR.text) == 155 )
26         for (int i = 0; i < 5; i++)
27         {
28             var lineTemp = reader.ReadLine();
29             searchList.Add(lineTemp);
30             string[] numbersTemp = lineTemp.Split(',');
31             tempX = int.Parse(numbersTemp[0]);
32             tempY = int.Parse(numbersTemp[1]);
33             if (tempY != 0) break;
34         }
35     }
36 }

```

---

**Listing 4.4: Leitura de pontos que formam a onda de batimento cardíaco.**

Ao analisar o código percebemos que o que se altera é a leitura de zeros, ou seja, se o valor de HR do paciente é muito elevado ( $> 155$ ) as ondas praticamente não têm separação entre elas (então são apenas lidos e não são desenhados os zeros que separam o fim de uma onda e o início da outra). No caso de o valor ser mais baixo, então todos os zeros são lidos e desenhados no gráfico.

## 4.4 Interface

Nesta secção é feita uma demonstração de algumas situações que vão decorrendo ao longo do jogo, como resposta às diferentes ações concretizadas pelo utilizador.

Todas as etapas e ações possíveis de realizar durante o jogo encontram-se ilustradas e devidamente explicadas nas imagens que se seguem. As ações disponibilizadas pelo servidor para o cenário selecionado para o caso de estudo (cenário anafilático)

## Implementação

englobam ações corretas e ações que não são adequadas a este cenário para que se avalie os conhecimentos e tomada de decisão do utilizador.

### **Briefing**

Inicialmente, e tal como já foi referido anteriormente, antes do jogador iniciar o jogo, é-lhe apresentado o *briefing*. Neste menu é-lhe explicado o estado inicial em que o doente se encontra, para que possa analisar os seus sintomas, fazer o diagnóstico e agir em conformidade.

Neste caso, estamos perante um cenário anafilático ou também designado de choque anafilático (figura 4.2). Assim sendo, para além das informações pessoais de identificação do paciente, o jogador tem ainda a informação de que o doente chegou de ambulância com dor abdominal, vômitos e falta de ar logo após uma refeição num restaurante asiático.

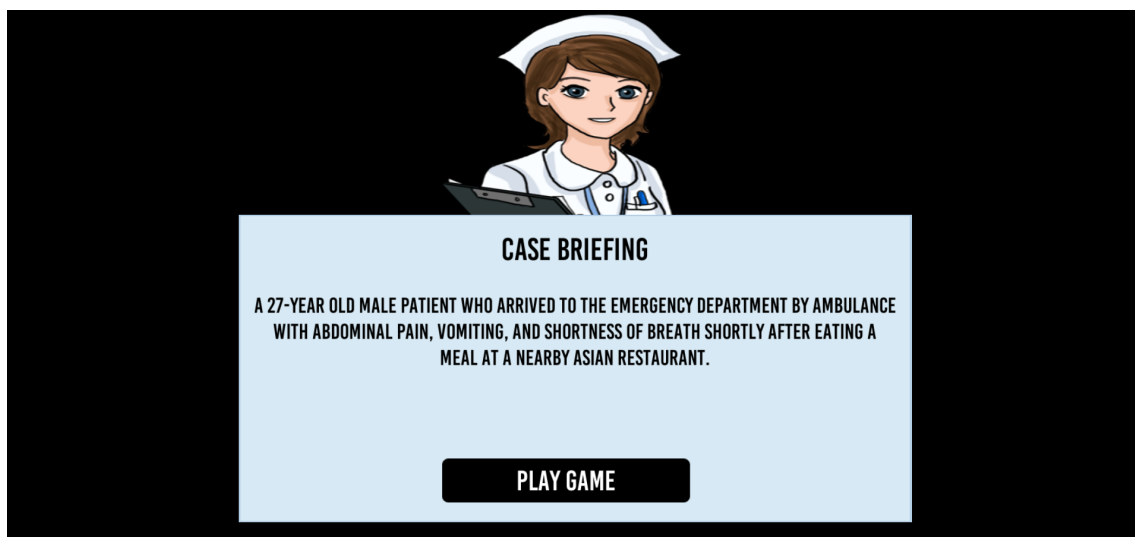


Figura 4.2: Exemplo de briefing para o cenário de teste.

### **Estado inicial do jogo**

Dado início ao jogo, o tempo começa imediatamente a contar. Como podemos ver na figura 4.3, o paciente também dá logo algumas indicações do seu estado de saúde. Todos os botões da figura são todas as ações que o jogador poderá realizar pela ordem que achar correta. Deve prestar atenção porque nem todas as ações são corretas ou adequadas.

### **A1 - Monitorização**

Na figura 4.4, o jogador procedeu à monitorização do paciente dentro do tempo esperado. A ação de monitorização traduz-se visualmente pelo ligar do monitor ECG com as ondas de batimento cardíaco (HR) e pela onda de saturação de oxigénio (SpO2), respetivamente.

## Implementação

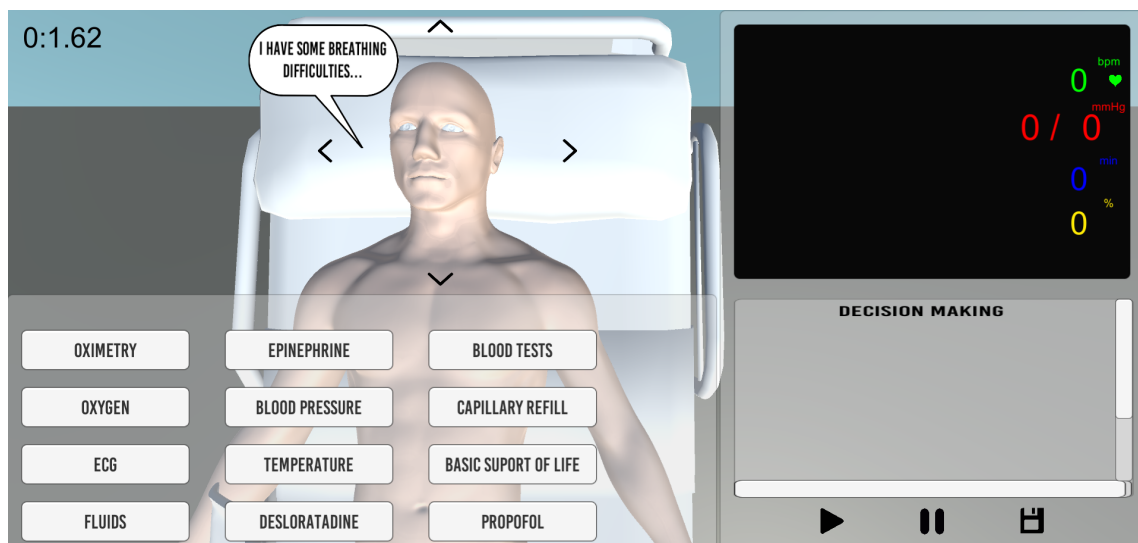


Figura 4.3: Estado inicial do jogo.

### E1 - Primeira dica da enfermeira

No caso do jogador exceder o tempo previsto para ativar a monitorização, a enfermeira aparece para dar algumas dicas, com o objetivo de auxiliar o jogador para que proceda de maneira correta (figura 4.5).

O jogador deve estar atento a todas as dicas do paciente. Tal como vemos na figura 4.6, o paciente continua com dificuldades respiratórias e será necessário a colocação da máscara de oxigénio e a sua administração.

No entanto, enquanto não o fizer, o paciente continuará a queixar-se e irá piorar o seu estado de saúde.

### E2 - Segunda dica da enfermeira

Tal como vimos anteriormente, quando o jogador excede o tempo esperado para a realização de alguma ação considerada indispensável, é necessário a ajuda da enfermeira auxiliar (figura 4.7).

### A2 - Administração de Oxigénio

Após a colocação da máscara de oxigénio e da sua administração, já é possível observar, no monitor de sinais vitais, o valor da saturação de oxigénio (SpO2) e ainda as alterações da taxa de respiração (RR) do paciente (figura 4.8).

### A3 - Medição da pressão sanguínea

Uma das ações básicas que deve ainda ser feita é a medição da pressão sanguínea (figura 4.9). Depois de completa toda a monitorização dos sinais vitais do paciente, o jogador deve proceder de acordo com o que achar adequado às necessidades do paciente, mediante os seus sinais vitais.

## Implementação

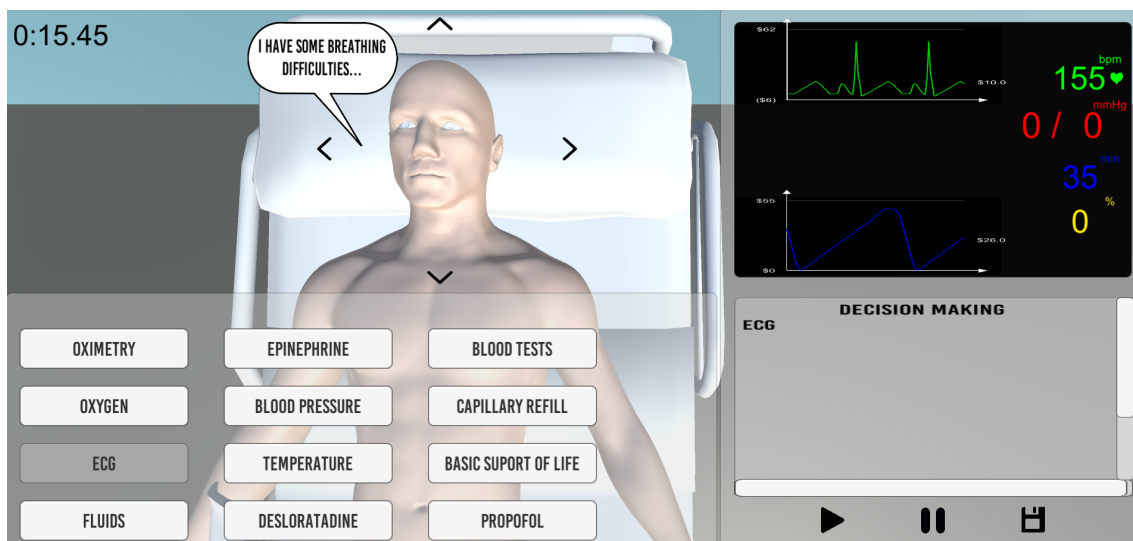


Figura 4.4: Ação de monitorização ativada.

### A4 - Oximetria

Uma das ações disponíveis neste cenário é a colocação do oxímetro de dedo (figura 4.10). Esta é uma forma rápida, segura e eficaz de monitorar os níveis de saturação de oxigénio no sangue e a frequência cardíaca. Com o oxímetro de dedo, é possível medir o nível de oxigénio no sangue do paciente.

### E3 - Administração de um fármaco

No caso do jogador demorar a reagir e a administrar epinefrina, a enfermeira surge no tempo limite de atuação para relembrar o utilizador que deveria proceder à administração de um fármaco, como vemos na figura 4.11.

### A5 - Verificar temperatura corporal

Outra das ações disponíveis neste cenário é a medição da temperatura corporal do paciente (figura 4.12). Esta é também uma forma de avaliação do estado de saúde do paciente e que pode ajudar a chegar ao diagnóstico correto.

Para além das ações obrigatórias realizadas pelo utilizador nesta sessão de simulação para a estabilização do doente, existem ainda outras como: as análises ao sangue (*Blood Tests*), cujo resultado leva ao diagnóstico da anafilaxia. No entanto, não é suposto que o profissional de saúde recorra a esta ação neste cenário.

### A6 - Administração de epinefrina

Uma das ações disponíveis e essenciais para a normalização do estado de saúde do paciente é proceder à administração de adrenalina, que neste cenário se resume à administração de epinefrina (figura 4.13).

A epinefrina tem um potente efeito antiasmático e estimulante cardíaco que pode

## Implementação

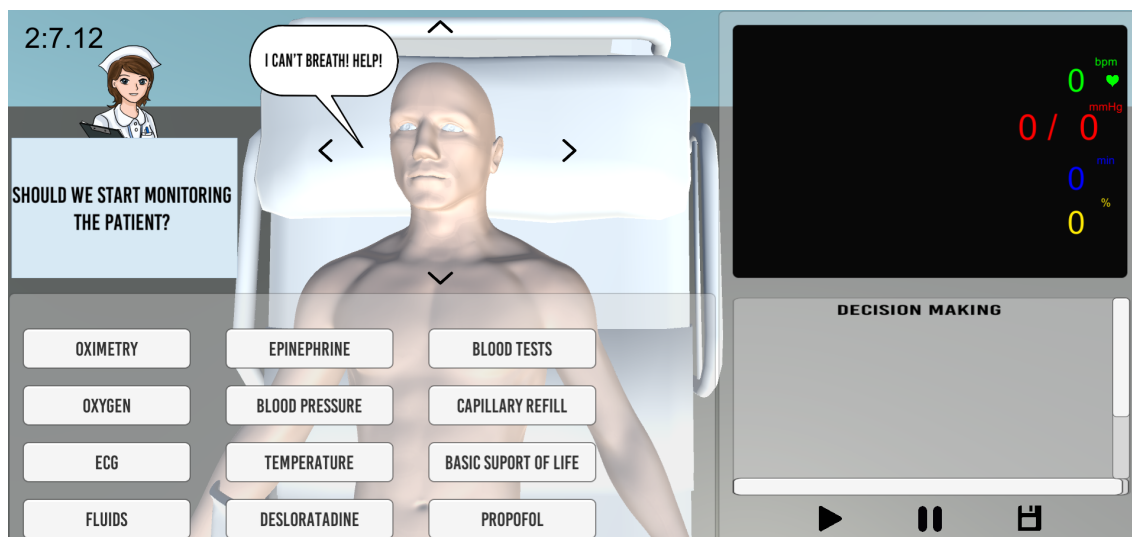


Figura 4.5: Aviso da enfermeira auxiliar relativamente à monitorização.

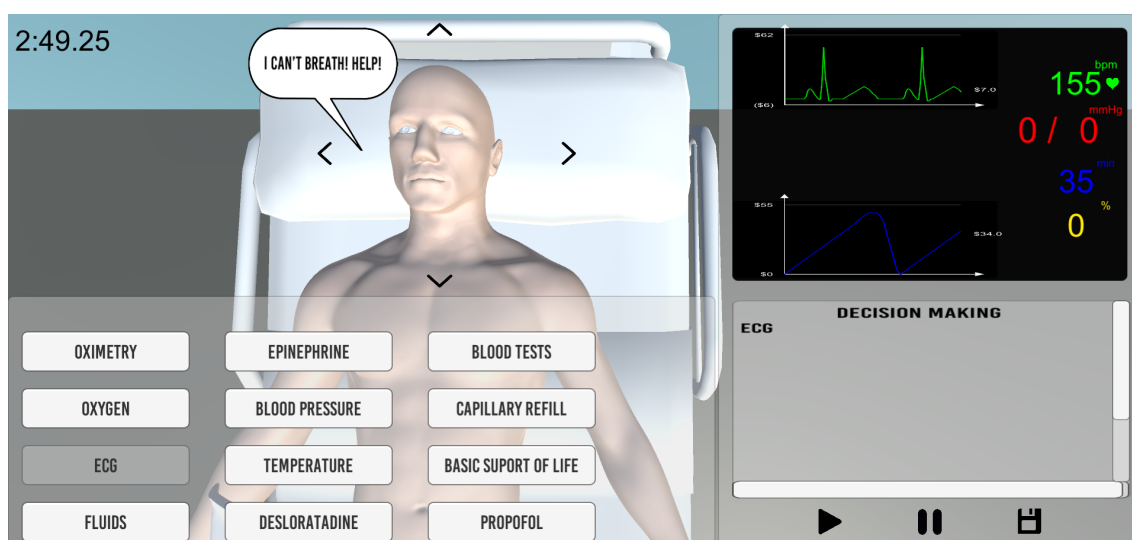


Figura 4.6: O paciente continua a piorar e queixa-se com dificuldades respiratórias.

## Implementação

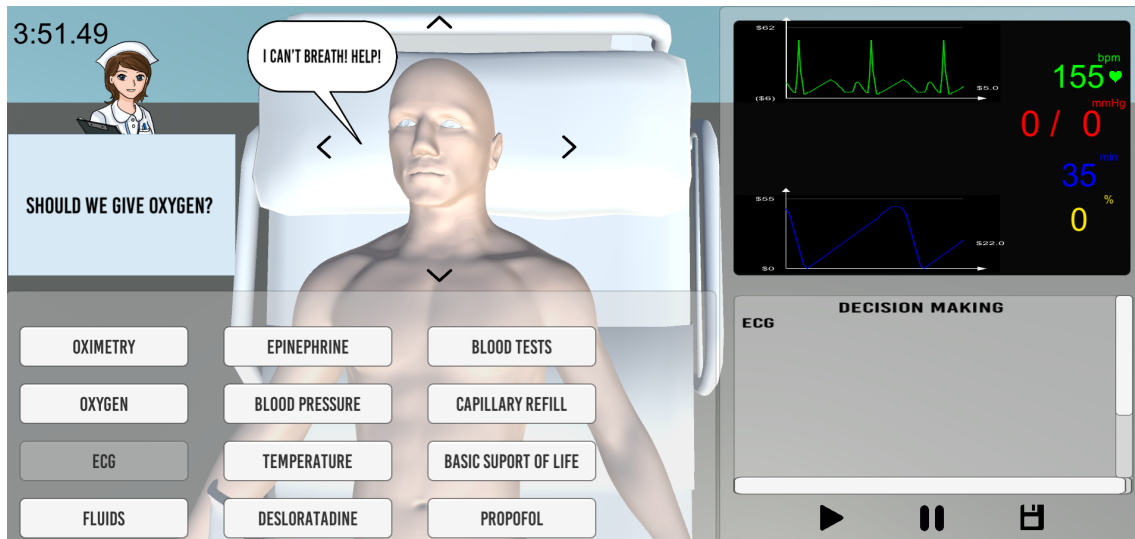


Figura 4.7: Enfermeira apresenta a dica de oxigênio ao jogador.

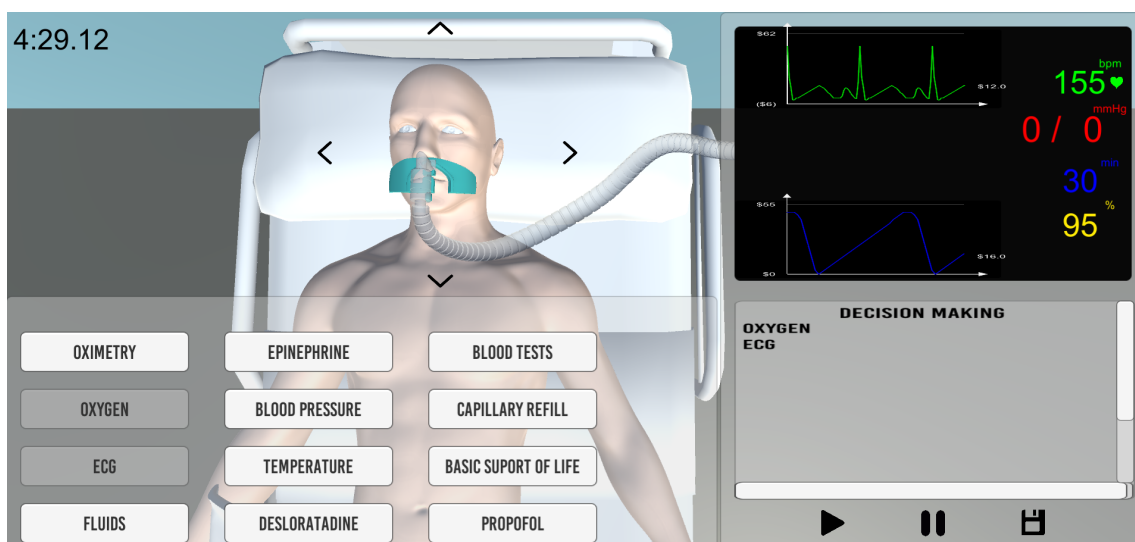


Figura 4.8: Diminuição da taxa de respiração e monitorização do SpO2.



## Implementação

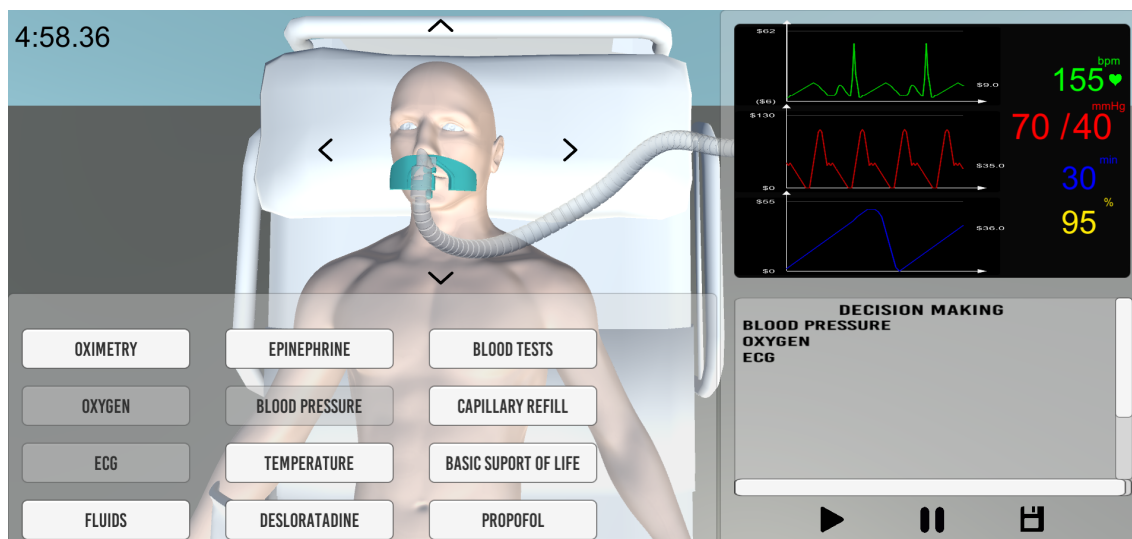


Figura 4.9: Medição ou monitorização da pressão sanguínea.

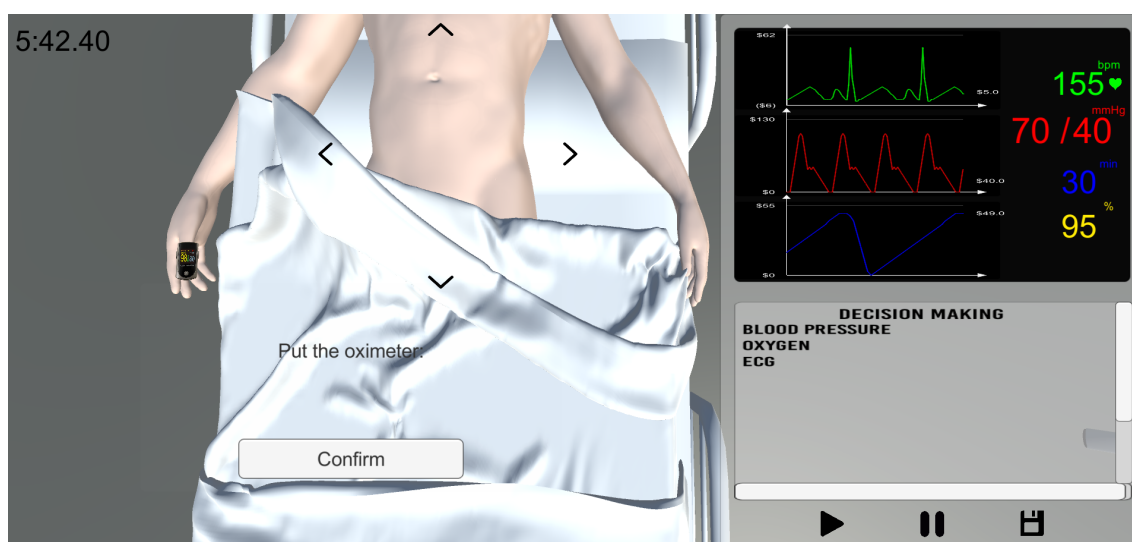


Figura 4.10: Colocação do oxímetro.

## Implementação

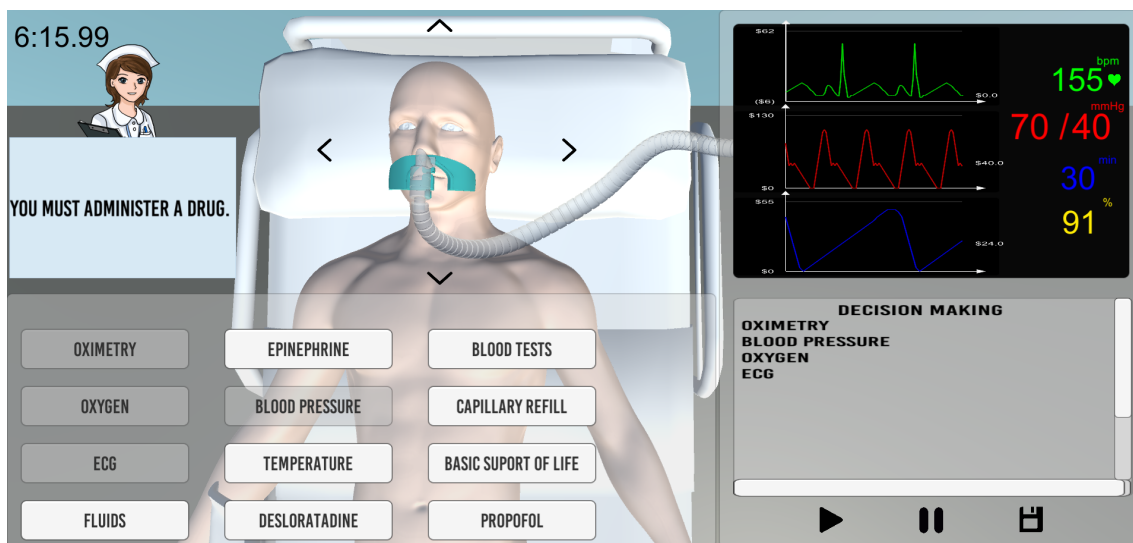


Figura 4.11: Enfermeira apresenta a dica para a administração de um fármaco ao jogador.

ser utilizado em situações de urgência, sendo, por isso, um medicamento que normalmente é transportado por pessoas que apresentam elevado risco de ter uma reação alérgica grave.

A epinefrina está indicada para o tratamento de situações de emergência de reações alérgicas graves ou anafilaxia provocadas por amendoins ou outros alimentos, como foi o caso deste paciente.

Para além da epinefrina que soluciona o problema, está também disponível no painel das ações a administração de outros fármacos, como a desloratadina e o propofol, que não são adequados para este cenário. Apenas existem com o objetivo de testar a escolha do utilizador mediante as várias opções.

### Debriefing

Na figura 4.14 é apresentado o estado final do jogo, o chamado *debriefing*. Este estado serve como uma espécie de reflexão sobre todas as decisões tomadas ao longo do jogo, bem como o tempo em que foram realizadas. Permite ao jogador fazer uma pequena auto-avaliação das ações por ele realizadas.

Atualmente no CSB-FMUP, o *debriefing* é realizado após cada sessão de simulação, sendo que o que é discutido nessa sessão são apenas as situações que cada um relembra, não havendo qualquer registo guardado.

Através do sistema desenvolvido, todos estes dados são guardados num ficheiro de extensão csv, para que mais tarde possam ser analisados e discutidos com mais detalhe no final da sessão de simulação, juntamente com o instrutor da sessão.

No código 4.5 está presente uma função que mostra a forma como é construído esse mesmo ficheiro e todos os dados que nele são guardados.

Por cada teste de utilizador é gerado um ficheiro csv. Neste ficheiro são guardados os tempos em que cada ação foi realizada e o nome da respetiva ação.

## Implementação

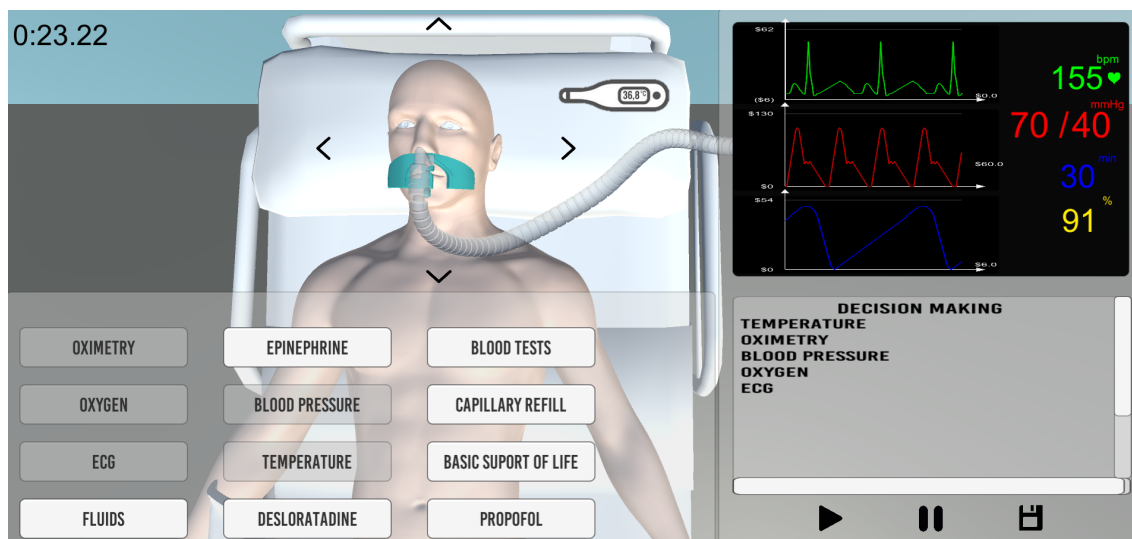


Figura 4.12: Medição da temperatura corporal.

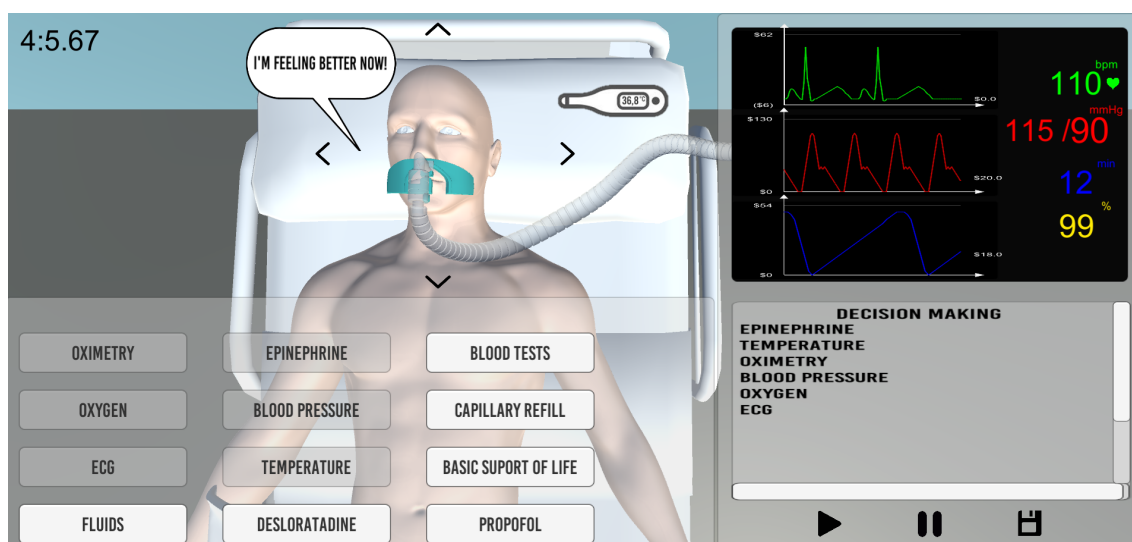


Figura 4.13: Administração de adrenalina ou epinefrina.

## Implementação

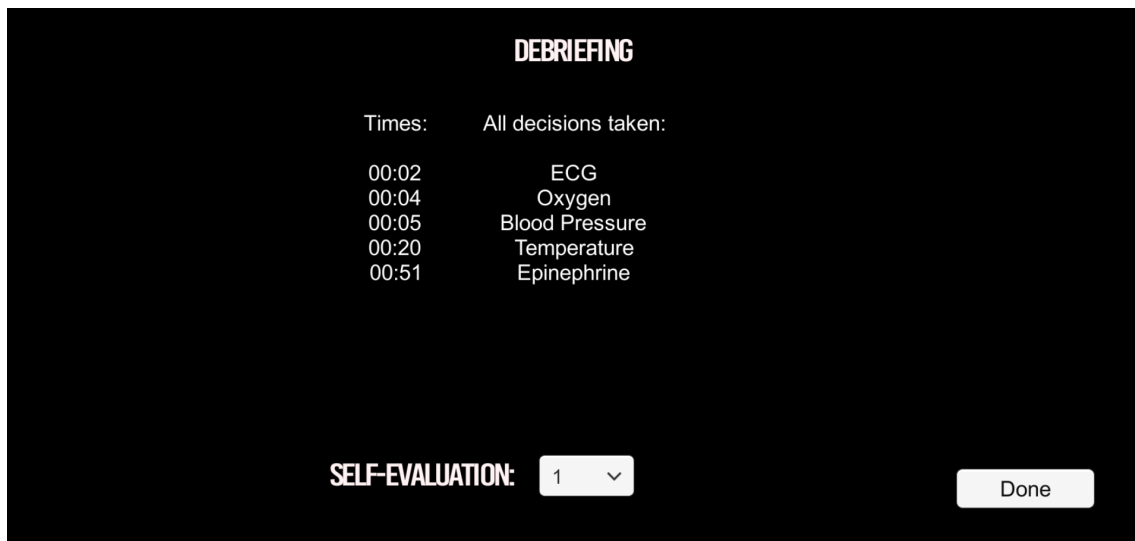


Figura 4.14: Estado final do jogo.

Estes ficheiros foram úteis para extrair algumas métricas que vão ser abordadas no capítulo seguinte.

```
1 public void WriteToCSV()
2 {
3     int countFiles = Directory.GetFiles("tests/").Length;
4     string path = "tests/";
5     string filePath = path + "testUser_" + (countFiles + 1) + ".csv";
6
7     if (!File.Exists(filePath))
8     {
9         File.Create(filePath).Close();
10    }
11    string delimiter = ",";
12    List<string[]> output = new List<string[]>();
13
14    output.Add(new string[] { "Times:", "Actions:" });
15
16    foreach (var action in ListController.actions)
17    {
18        float temp = action.Value - Timer.startTime;
19        string tempminutes = ((int)temp / 60).ToString("00");
20        string tempseconds = (temp % 60).ToString("00");
21
22        output.Add(new string[] { tempminutes + ":" + tempseconds, action.Key });
23    }
24
25    GameObject testes = GameObject.Find("DropdownEvaluation");
26    int strrr = GameObject.Find("DropdownEvaluation").GetComponent<Dropdown>().value
27    ;
28
29    output.Add(new string[] { "Self-Evaluation:", (strrr + 1).ToString() });
30
31    int length = output.Count;
```

## Implementação

```
31
32     using (System.IO.TextWriter writer = File.CreateText(filePath))
33     {
34         for (int index = 0; index < length; index++)
35         {
36             writer.WriteLine(string.Join(delimiter, output[index]));
37         }
38     }
39 }
```

---

**Listing 4.5:** Código que permite guardar todos os valores e ações do *debriefing* num ficheiro CSV.

## 4.5 Sumário

Este capítulo resume toda a implementação realizada para o sistema de simulação desenvolvido, explicando inicialmente todo o cenário de simulação, recorrendo ao uso de um diagrama de fluxo. Aborda ainda a comunicação síncrona estabelecida (cliente-servidor) e posteriormente é também explicado o uso do *Graph Maker* que proporcionou e facilitou uma dinâmica de ondas para os sinais vitais do monitor ECG e ainda destacando alguns métodos usados, bem como todos os pontos essenciais para o projeto.

Por fim, foi feita uma passagem e respetiva explicação de todos os estados de interface necessários para a resolução do cenário selecionado para o caso de estudo.

## Implementação

## Capítulo 5

# Avaliação

O sistema desenvolvido tem como objetivo possibilitar e facilitar o treino de diversos cenários clínicos aos profissionais da área da saúde.

Este capítulo é dedicado à descrição da fase de análise e avaliação do protótipo desenvolvido, seguido da apresentação e discussão dos resultados obtidos dos testes realizados com alguns utilizadores.

Com os dados obtidos pretende retirar-se algumas conclusões mediante o tipo de utilizador, aproveitando para medir o grau de satisfação dos participantes com o sistema, obter também algumas sugestões e críticas e ainda avaliar a usabilidade do sistema.

### 5.1 Estudo de Utilizador

Para realizar o estudo do utilizador foi utilizada uma metodologia que é explicada ao pormenor mais adiante. Esta metodologia tem em conta diferentes métricas explicadas de seguida.

#### 5.1.1 Métricas

Métricas podem ser definidas como um conjunto de dados (como por exemplo, tempos) e a sua atribuição à realização ou conclusão de uma tarefa. Sendo assim, é possível afirmar que a métrica é uma quantificadora de parâmetros.

As métricas de usabilidade são focadas na facilidade de realização de tarefas por parte dos utilizadores em determinado sistema. Algumas dessas métricas incluem também o tempo de realização da tarefa e a taxa de sucesso na tarefa.

As métricas podem ainda ser separadas por algumas categorias, como por exemplo: as métricas automáticas, observadas e o questionário.

#### M1 - Métricas Automáticas

As métricas automáticas são um conjunto de dados obtidos através da ferramenta utilizada para a realização de determinado teste. Neste caso, o tempo de realização das tarefas é mostrado no *debriefing*, aquando da finalização da sessão de simulação.

**Tempo de realização da tarefa** - Informa o tempo gasto pelo utilizador na execução da tarefa, considerando tarefas concluídas com ou sem sucesso. Esta métrica é obtida automaticamente pelo sistema. A contagem do tempo inicia com o clique sobre o botão “Play Game” e finaliza após a última ação do utilizador que potencia a estabilização do doente.

## M2 - Folha de Observação

Durante os testes de utilizador, o instrutor tinha consigo uma folha de observação na qual eram registadas várias informações (Anexo F).

**Sucesso da tarefa** - representa uma contagem de tarefas que foram finalizadas com sucesso, sem a interferência do facilitador ou documentação do sistema. Normalmente é apresentada sob forma de uma razão entre tarefas completadas com sucesso e sem sucesso;

**Sucesso parcial de tarefas** - representa o número de tarefas que foram finalizadas, mas mediante o auxílio do instrutor do teste ou da documentação do sistema existente.

**Desistência de tarefas** - representa uma simples contagem de tarefas em que o utilizador optou por desistir;

**Tempo de ajuda** - informa a quantidade de tempo em minutos que o utilizador gastou em ajuda, com análise da documentação disponível ou questões ao instrutor durante a execução da tarefa;

**Número de erros** - corresponde à quantidade de seleção errada de comandos no contexto de uma tarefa. É obtida através de uma simples contagem destas ocorrências.

## M3 - Questionário

Ao longo da experiência, o utilizador ia preenchendo um questionário (Anexo C) que segue a estrutura apresentada no anexo e explicada de seguida.

Inicialmente é composto por alguns campos e algumas questões de caracterização pessoal e profissional do utilizador, sempre com o cuidado de não abranger quaisquer perguntas que possam identificar o utilizador.

Depois seguem-se algumas perguntas relativas à relação e experiência do utilizador com dispositivos e tecnologias, bem como avaliar o grau de experiência com software de simulação médica.

Nesta secção as respostas a algumas questões são dadas com recurso à escala de *Likert*. Nesta escala as opções de resposta variam de 1 - Discordo totalmente a 5 - Concordo totalmente.

O grupo de questões que se segue foca-se essencialmente na experiência e respetivas tarefas. As respostas às questões desta secção são igualmente dadas com recurso à escala de *Likert*.

Depois da avaliação das tarefas, vem uma secção para que o utilizador avalie a experiência com o jogo em geral de acordo com vários campos.



O SUS surge por último, mas com bastante importância para uma avaliação final de usabilidade de toda a experiência.

**Escala de Usabilidade do Sistema (SUS)** - representa a satisfação do utilizador durante a interação com o sistema. É realizada no final do questionário pós-experiência composto por dez perguntas a serem respondidas de acordo com uma escala de *Likert*.

### 5.1.2 Metodologia

O objetivo da experiência foi perceber se o conteúdo deste tipo de sistemas é relevante e se pode vir a tornar a atividade real mais intuitiva.

A experiência consistiu no preenchimento de um questionário após a realização de uma tarefa controlada, ou seja, os participantes teriam apenas que seguir instruções. Algumas questões relativas à caracterização pessoal e profissional do utilizador dão início ao questionário, segue-se um outro grupo de questões que pretende avaliar a relação do participante com as tecnologias. Depois, segue-se ainda um grupo de questões relativas à tarefa que realizaram e por último, as questões apresentadas estão relacionadas com a experiência com o sistema e a avaliação da sua usabilidade.

Para além do questionário, todos os participantes assinaram um consentimento, cujo *template* está presente no Anexo A. Para além de outros aspetos, neste consentimento são informados sobre o contexto em que se realiza o teste, a confidencialidade dos dados e ainda a total ausência de riscos para a sua saúde.

A duração de toda a experiência nunca foi além dos quinze minutos. Apesar dos participantes não estarem expostos a ferramentas que possam causar qualquer tipo de risco ou indisposição, é importante controlar o tempo da experiência para que não exceda os limites previamente estabelecidos. Este é um fator considerado relevante para que tenhamos a atenção constante do participante durante toda a experiência.

## 5.2 Experiências

Nesta secção será realizada uma descrição detalhada das experiências realizadas com os utilizadores. Para a avaliação deste sistema de simulação médica, foram selecionados dois tipos de utilizadores, especialistas ou profissionais de saúde e ainda não especialistas, das mais diversas áreas. Estes dois tipos de utilizadores com diferentes características, permitem avaliar o sistema de diversas perspetivas e em variados aspetos.

### 5.2.1 Especialistas

No caso de testes aos profissionais da área da saúde, foi realizada uma entrevista semi-estruturada com a professora Carla Sá Couto da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.

No questionário direcionado aos profissionais da área de saúde, para além da avaliação relativamente à experiência de uso do sistema, estes tinham ainda mais algumas perguntas relacionadas com a avaliação da aprendizagem e a similaridade com a simulação da vida real.

## Avaliação

Nesta entrevista foi feita uma avaliação do sistema relativamente à componente de simulação, à componente de aprendizagem e também uma avaliação geral do mesmo.

### 5.2.1.1 Componente de Simulação

Após realizada uma experiência livre deste sistema, a professora Carla Sá Couto avaliou-o de acordo com alguns parâmetros relativos à simulação, que constam na tabela 5.1.

Analisando a sua opinião pessoal como especialista em simulação clínica, é de destacar que está de acordo ao nível do sistema permitir o treino e a simulação de cenários clínicos. Surgem então algumas sugestões declaradas mais à frente para que o jogo possa corresponder o mais possível a uma situação em cenário real, aumentando assim o nível de realismo e de contribuição na evolução do participante.

Tabela 5.1: Tabela de avaliação da componente de simulação.

Descrição	1	2	3	4	5
O sistema permite o treino de cenários clínicos				X	
As interações permitidas pelo sistema estão de acordo com possíveis interações num cenário real			X		
As reações às diversas interações, apresentadas pelo jogo, correspondem de forma satisfatória aos comportamentos num cenário real		X			
As formas de <i>feedback</i> (texto, imagem, animações) são relevantes e contribuem para a aprendizagem				X	
Os objetos recriam satisfatoriamente os objetos da realidade de um cenário de emergência intra-hospitalar			X		
O cenário em geral recria satisfatoriamente a realidade de um cenário de emergência intra-hospitalar			X		
As ações técnicas recriam satisfatoriamente as ações possíveis da realidade de um cenário de emergência intra-hospitalar		X			

### 5.2.1.2 Componente de Aprendizagem

No que diz respeito à sua contribuição para a aprendizagem dos participantes, foram também avaliados alguns aspetos, que constam na tabela 5.2.

De maneira a aprimorar o sistema e o tornar mais próximo da realidade, desta avaliação, resultou uma ampla gama de melhorias a vários níveis, nomeadamente algumas correções relacionadas com:

#### Área de Medicina

- Correção do formato da onda de SpO<sub>2</sub>;
- Correções no monitor ECG;
- Alinhamento de picos das ondas;

## Avaliação

Tabela 5.2: Tabela de avaliação da componente de aprendizagem.

Descrição	1	2	3	4	5
O sistema contribui para a aprendizagem e para o treino de cenários				X	
Este sistema pode contribuir para um melhor desempenho e uma atuação mais rápida em domínio real				X	
Este sistema permite consolidar atitudes corretas e menos corretas quanto ao controle dos sinais vitais e á tomada de decisão				X	
O <i>feedback</i> final é importante para a avaliar as decisões tomadas ao longo do tempo		X			

### Interface Gráfica

- Adição de campos no *debriefing*;
- Adição de ações não técnicas;
- Adição de sons tanto para as falas como para os sinais físicos observáveis do paciente;
- Adição de *score*;
- Atribuição de pontuação a cada uma das ações;

### 5.2.2 Não especialistas

No âmbito dos testes para utilizadores fora da área da saúde, o questionário pretende recolher avaliações relativas à interface do sistema, avaliar o grau de satisfação dos utilizadores, obter a sua opinião sobre a relevância deste sistema no contexto em que se insere.

#### Experiência Identificação de campos principais

Antes de iniciarem a experiência, foi facultado ao utilizador uma breve explicação do cenário de anafilaxia, incluindo o que o caracteriza e quais os cuidados a ter com o paciente. As áreas de jogo foram introduzidas através de uma imagem explicativa e de uma legenda para auxílio do utilizador (Anexo B).

Nesta tarefa foi pedido aos utilizadores que procedessem à realização de ações devidamente ordenadas. A ordem das ações deve ser respeitada para que se vá dando resposta às queixas do paciente e para que se estabilize o seu estado de saúde.

**T1** - Em primeiro lugar, para perceber e analisar o estado do paciente, deve monitorizá-lo clicando no botão ECG.

**T1.1** - Diga em voz alta qual o valor de HR que observa no monitor neste momento.

**T2** - Para conseguir visualizar no monitor o valor de BP deve proceder à medição da pressão sanguínea através do botão correspondente.

**T2.1** - Diga em voz alta qual o valor de BP que observa no monitor neste momento.

**T3** - O paciente continua com dificuldades respiratórias, por isso, deve proceder à colocação da máscara de oxigénio / administração de oxigénio. (Deve prestar atenção à alteração do valor de SpO2).

**T3.1** - Verifique o valor de SpO2 no monitor ECG.

**T4** - Estamos perante um cenário de choque anafilático, logo, deve proceder à administração de Epinefrina e verificar a normalização dos sinais vitais do paciente.

Para além das ações, os valores dos sinais vitais que foram sendo solicitados ao longa experiência, serviram como forma de garantir que o participante estava a acompanhar a evolução do estado de saúde do paciente.

### 5.2.3 Resultados

Neste estudo participaram vinte e um utilizadores não especialistas, tendo cada teste uma duração média de dez minutos. Dado por concluído o teste, tal como já foi referido anteriormente, foi pedido ao utilizador que preenchesse um questionário em formato digital que contém, para além de outras, perguntas relacionadas com a experiência de uso do sistema, essencialmente direcionadas para a avaliação da interface.

#### Caracterização dos Participantes

Dos dados mostrados na tabela 5.3 podemos dizer que os participantes são maioritariamente do género masculino (doze).

Tabela 5.3: Caracterização do género dos participantes.

Género	Número de Participantes
Feminino	9
Masculino	12
Total	21

As idades dos participantes variam entre os dezassete e os cinquenta e sete anos (cuja média é:  $x = 26.80 \pm 11.08$ ), tal como mostra a tabela 5.4. No entanto, a grande maioria dos participantes insere-se no intervalo entre os dezassete e os vinte e sete anos.

Relativamente aos graus académicos (grau concluído), os participantes distribuem-se pelos vários graus, sendo que a maioria divide-se entre Licenciatura e 12º ano de escolaridade (figura 5.1).

Foi também importante perceber qual o nível de afinidade e de uso diário das tecnologias para possíveis comparações. O gráfico da figura 5.5 denota o contacto que

## Avaliação

Tabela 5.4: Caracterização das idades dos participantes.

Idades	Número de Participantes
17-27	16
28-38	2
39-49	1
50-60	2
Total	21

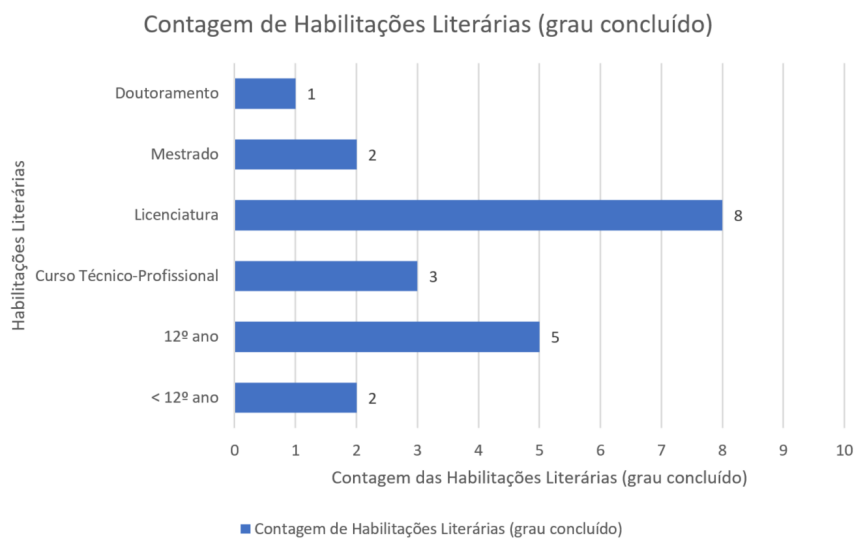


Figura 5.1: Habilitações literárias dos participantes.

os utilizadores estabelecem com os diferentes dispositivos tecnológicos, diariamente. Deste modo, o computador e o telemóvel destacam-se por um uso diário bastante intenso (superior a seis horas), com 71.4% e 52.3% respetivamente. O tablet destaca-se pelo lado oposto, detendo um uso diário inferior a uma hora, da maioria dos utilizadores (cerca de 85.7%).

Tabela 5.5: Utilização diária dos diferentes dispositivos tecnológicos.

Dispositivos	Menos de 1 hora	De 1 a 3 horas	De 3 a 6 horas	Mais de 6 horas
Computador	0	1	5	15
Telemóvel	0	4	6	11
Tablet	18	3	0	0

No que diz respeito à experiência com este tipo de sistemas (gráfico 5.2), 62% nunca teve qualquer tipo de experiência com jogos sérios. Cerca de 29% já fizeram algumas experiências com este tipo de sistemas. No entanto, é de salientar que apenas 10% têm bastante experiência. Estes últimos serão uma mais valia, na medida em que serão mais críticos a avaliar todo o sistema.

## Avaliação

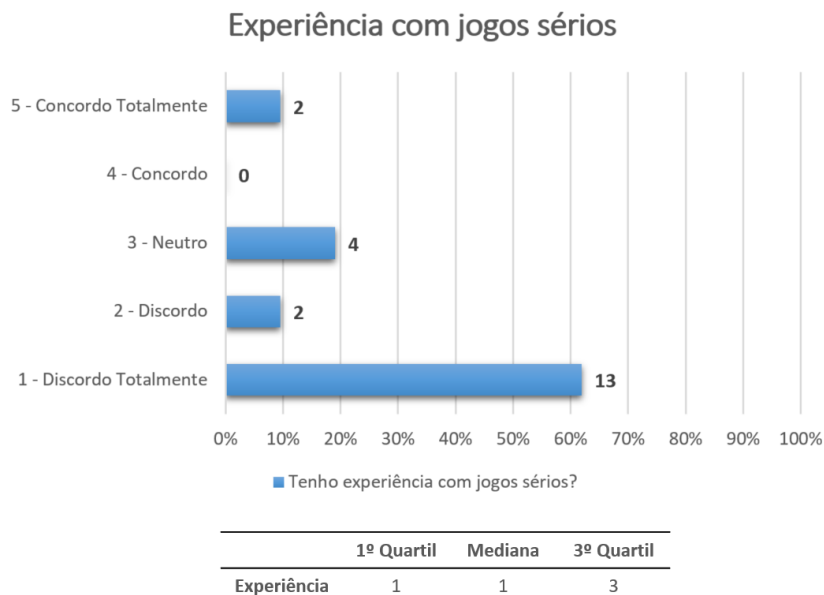


Figura 5.2: Experiência dos participantes com jogos sérios.

### 5.2.4 Análises

No gráfico que se segue são mostrados os dados obtidos da avaliação dos participantes não especialistas mediante quatro tarefas pedidas ao longo da experiência (gráfico 5.3), são eles:

- **T1** - Conseguir encontrar e identificar os valores pedidos na tarefa;
- **T2** - Identificar cada um dos sinais vitais;
- **T3** - Conseguir realizar as ações solicitadas;
- **T4** - Verificar as alterações dos sinais vitais;

Para além disto, o gráfico 5.3 é acompanhado ainda de uma tabela que nos mostra o 1º quartil, a mediana e o 3º quartil para cada uma das quatro tarefas.

Analisando o gráfico 5.3 verificamos que mais de 90% dos utilizadores consegue realizar a tarefa 1 (T1) sem dificuldades.

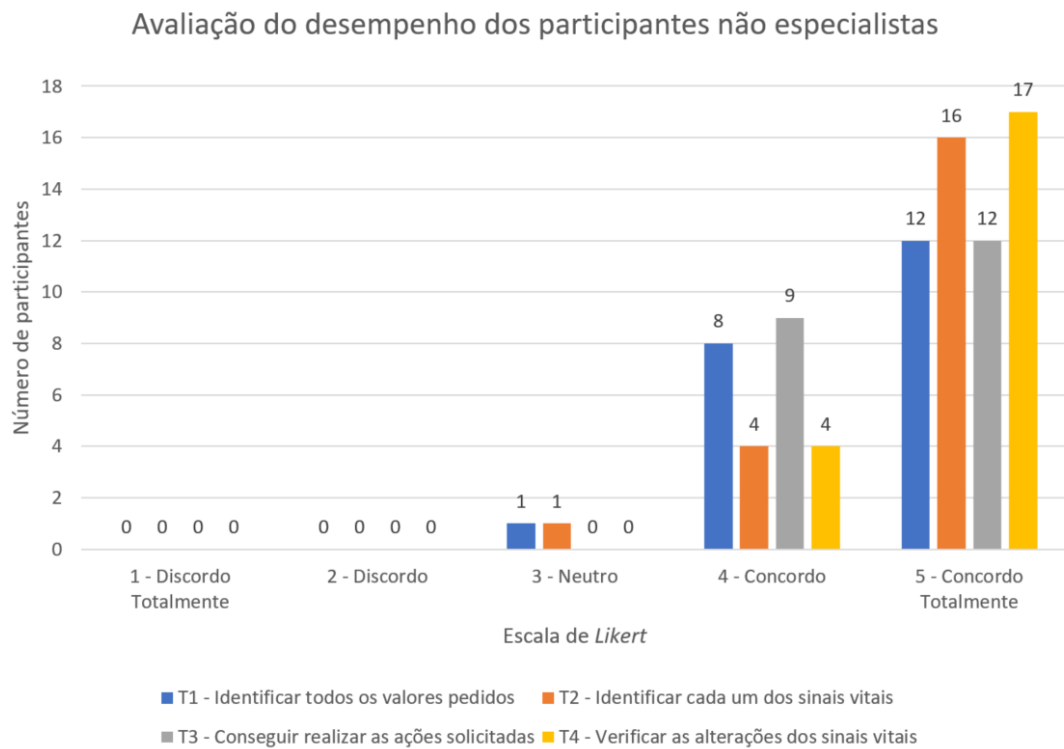
Em relação à identificação dos sinais vitais é notório que cerca de 80% dos utilizadores concordam que foi uma tarefa bastante fácil de concretizar.

No que diz respeito à concretização de ações técnicas (das quais os botões são exemplo) as opiniões dividem-se um pouco mais, mas não deixam de ser claras em relação à sua conclusão. A tarefa é classificada como de fácil realização.

Em relação à facilidade em verificar as alterações dos sinais vitais do paciente, os utilizadores são determinados (com mais de 80% de votações) a considerá-la uma tarefa muito fácil de concretizar com sucesso.

Pela análise da avaliação do desempenho dos participantes no gráfico 5.3, podemos então concluir que apesar da maioria destes utilizadores não ter experiências

## Avaliação



	1º Quartil	Mediana	3º Quartil
T3	4	5	5
T2	5	5	5
T3	4	5	5
T4	5	5	5

Figura 5.3: Avaliação do desempenho dos utilizadores não experientes em relação às tarefas que lhe foram solicitadas ao longo da experiência.

anteriores com este tipo de sistemas, conseguiu realizar com sucesso praticamente todas as tarefas que lhe foram solicitadas.

No caso da avaliação das falas do paciente, apesar de muitos utilizadores estarem de acordo que são perceptíveis e intuitivas, existem outros que se mantêm neutros e até discordam desta afirmação. Este utilizadores sugeriram que seria mais intuitivo se a fala fosse transmitida por áudio, bem como os sinais físicos do paciente (como por exemplo: dificuldades respiratórias).

Do resultado de uma análise feita através de algumas questões relativas à interface, no qual objetivo foi avaliar a interface em dois aspetos essenciais: perceptível e intuitiva, destaca-se as dicas da enfermeira.

Analisando o gráfico 5.5 verificamos que cerca de 40% dos utilizadores resolveram abstrair-se de dar a sua opinião.

Tal como já referido anteriormente, as dicas da enfermeira apenas surgem quando

## Avaliação

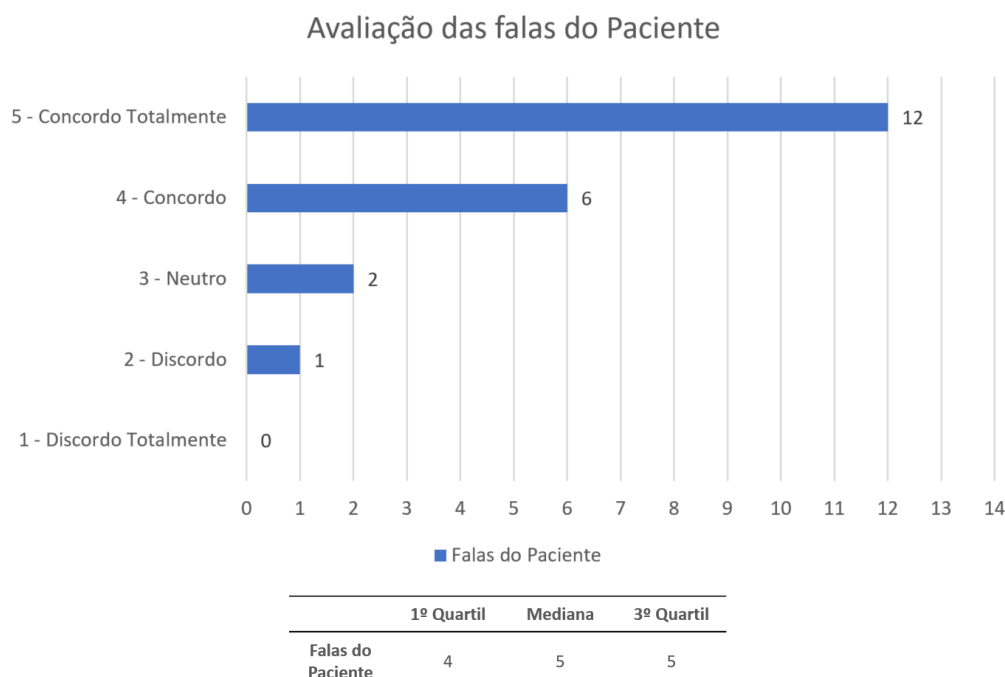


Figura 5.4: Avaliação dos utilizadores não experientes em relação às falas do paciente.

o tempo estipulado para a realização de uma ação é ultrapassado. No caso deste utilizadores não especialistas, isso nem sempre foi possível acontecer, dada a rapidez de conclusão da simulação.

Dado que a experiência é guiada e são indicadas, ao utilizador, todas as ações técnicas que deve realizar, raramente o utilizador ultrapassa o tempo previsto para a realização de cada ação, e por isso, não surge a oportunidade de poderem observar e avaliar as dicas da enfermeira.

Para as questões "Fácil de entender", "Conteúdo do jogo relevante" e "Repetiria a experiência", os utilizadores são praticamente unânimes, sendo que 90% deles afirmam com certeza a veracidade destas três afirmações.

A questão que mais leva à divergência dos utilizadores é "Não perceção do tempo". Aqui as opiniões dividem-se bastante entre praticamente todas as opções de resposta. No entanto, é possível afirmar que grande parte não teve muita perceção do tempo e ainda cerca de 14% que se mantêm neutros em relação a este aspeto.

Importante realçar que apenas 10% dos utilizadores tiveram alguma perceção do tempo de jogo e, por isso, discordam da afirmação em questão.

Para as questões "Divertido de usar", "Estimula a atenção" e "Interface atrativa", as opiniões distribuem-se pela concordância afirmativa (com a grande maioria de acordo). Apenas 5%, 5% e 10%, respetivamente preferem abstrair-se de dar a sua opinião nestes três tópicos.



## Avaliação

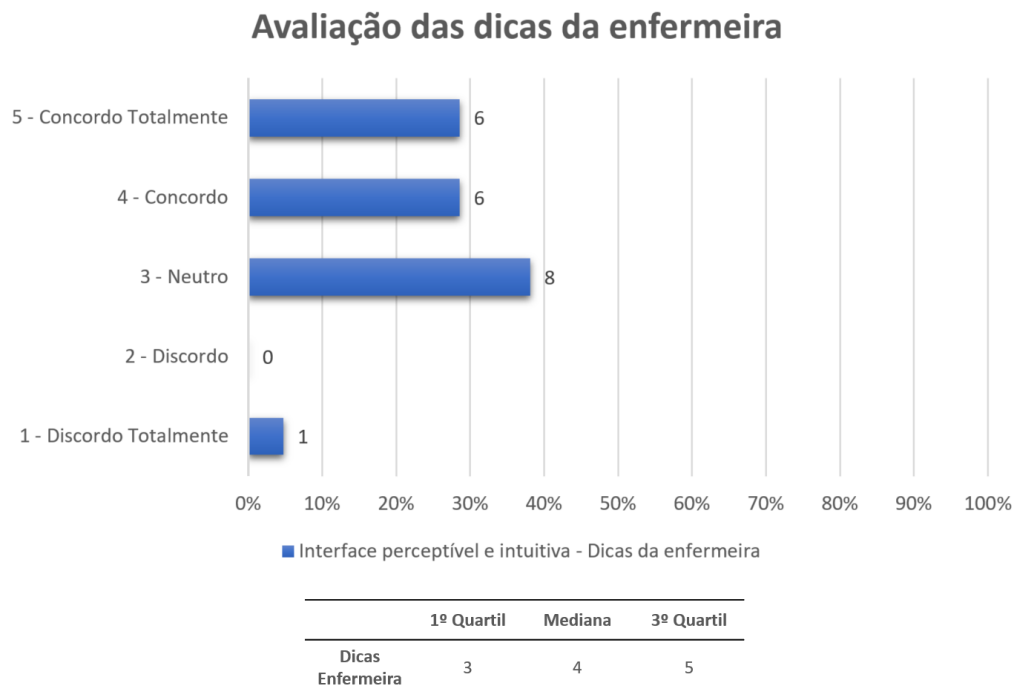


Figura 5.5: Avaliação dos utilizadores não experientes em relação às dicas da enfermeira.

	Fácil de entender	Divertido de usar	Estimula a atenção	Interface atrativa	Conteúdo do jogo relevante	Não percepção do tempo	Repetiria a experiência
1 - Discordo Totalmente	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2 - Discordo	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%
3 - Neutro	0%	5%	5%	10%	0%	14%	0%
4 - Concordo	10%	52%	38%	14%	10%	33%	10%
5 - Concordo Totalmente	90%	43%	57%	76%	90%	43%	90%
1º Quartil	5	4	4	5	5	4	5
Mediana	5	4	5	5	5	4	5
3º Quartil	5	5	5	5	5	5	5

Figura 5.6: Avaliação da experiência em geral a vários níveis, realizada pelos participantes não especialistas.

### Escala de Usabilidade do Sistema (SUS)

O SUS é avaliado através das dez questões que o caracterizam, sendo elas (figura 5.7):

**A1** - Gostaria de usar este sistema com frequência.

## Avaliação

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
1 - Discordo Totalmente	0%	90%	0%	76%	0%	90%	0%	90%	5%	67%
2 - Discordo	0%	5%	0%	14%	0%	5%	0%	10%	0%	24%
3 - Neutro	5%	5%	5%	5%	0%	0%	5%	0%	5%	10%
4 - Concordo	33%	0%	5%	5%	24%	5%	19%	0%	57%	0%
5 - Concordo Totalmente	62%	0%	90%	0%	76%	0%	76%	0%	33%	0%
1º Quartil	4	1	5	1	5	1	5	1	4	1
Mediana	5	1	5	1	5	1	5	1	4	1
3º Quartil	5	1	5	1	5	1	5	1	5	2

Figura 5.7: Avaliação da experiência recorrendo ao SUS.

**A2** - Acho o sistema demasiado complexo.

**A3** - Achei o sistema fácil de usar.

**A4** - Acho que é necessário a ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.

**A5** - Acho que as várias funções do sistema estão bem integradas.

**A6** - Acho que o sistema apresenta muita inconsistência.

**A7** - Acho que as pessoas aprenderiam rapidamente a usar este sistema.

**A8** - Achei o sistema muito complicado de usar.

**A9** - Senti-me confiante a usar o sistema.

**A10** - Precisava de aprender muitos conhecimentos antes de poder usar este sistema.

Na questão **A1** os utilizadores distribuem-se de forma um pouco mais equilibrada pelos dois pontos positivos (4 e 5) da escala de *Likert* com 33% e 66%, respetivamente, considerando o sistema fácil de utilizar.

Dos resultados obtidos das questões **A2**, **A6** e **A8** podemos dizer que quase por unanimidade, os utilizadores consideram que o sistema não é demasiado complexo, tal como também não apresenta muita inconsistência e não o consideram complicado de utilizar.

Analisando os resultados obtidos na tabela do SUS, relativamente às questões **A5** e **A7**, os utilizadores estão maioritariamente de acordo que as várias funções do sistema estão bem integradas e que as pessoas aprenderiam rapidamente a usar este sistema sem dificuldades.

A questão que origina mais dispersão de dados e opiniões é a **A9**, dado que 5% dos utilizadores não se sentiu confiante a usar o sistema, outros 5% mantiveram-se

neutros na resposta a esta questão, no entanto os restantes permaneceram confiantes na sua utilização.

Para além da mediana, primeiro e terceiro quartis, foi também calculada a pontuação do SUS, sendo o seu resultado igual a 92.02%, respeitando todos os critérios para o seu cálculo. Esta percentagem pode ser traduzida numa nota A, o que garante que o sistema está apto com sucesso em termos de usabilidade.

Como já referido anteriormente, foi utilizada uma tabela de observação (preenchida manualmente pelo instrutor) á medida que cada utilizador realizava toda a sua experiência.

Nesta tabela foram registados os seguintes parâmetros a avaliar:

- Número de erros cometidos pelo utilizador;
- Tempo de conclusão das ações pedidas na experiência;
- Se o utilizador precisou de algum tipo de ajuda por parte do instrutor;
- Tempo gasto no total da experiência;
- Notas com a descrição do erro cometido;

Na figura 5.8 estamos perante uma análise dos tempos de jogo dos utilizadores, recorrendo ao uso de um histograma. Cerca de 61,9% dos utilizadores demoraram entre os 54 segundos e os 112 segundos a realizar todas as ações que lhe foram solicitadas na experiência de jogo.

Nesta figura podemos ainda verificar o tempo médio de jogo, calculado a partir de todos os valores dos tempos de jogo dos utilizadores, sendo a média igual a 113,47 segundos com um desvio padrão de 44,44 segundos.

Na análise da figura 5.9 é possível ter noção da quantidade de participantes que cometerem um, dois ou três erros ao longo do jogo.

De destacar que, tal como vimos anteriormente na figura 5.2, apesar da maioria dos utilizadores não terem qualquer experiência com este tipo de sistemas, os erros não foram um fator comum, sendo que 71,43% dos participantes não cometeu qualquer erro no decorrer do jogo.

### 5.2.5 Discussão

Este capítulo detalhou toda a avaliação realizada no âmbito de testes deste sistema de simulação, utilizando como caso de estudo um cenário intra-hospitalar dos menos complexos, apenas para provar a possibilidade de realização de qualquer outro cenário necessário, independentemente do seu grau de complexidade.

O conjunto de dados analisados resulta da experiência realizada por vinte e um participantes, sendo de destacar que apesar de alguns pequenos erros no decorrer do jogo, todos os participantes concluíram a tarefa com sucesso e nenhum desistiu da experiência.

No caso dos utilizadores não especialistas, foi notório o interesse que demonstraram em perceber o cenário e a atenção com que reparavam em todos os pormenores do jogo, nomeadamente no monitor ECG.

A análise ao conjunto de dados obtidos dos testes de utilizadores revela-se bastante positiva e em concordância com a questão de investigação.

## Avaliação

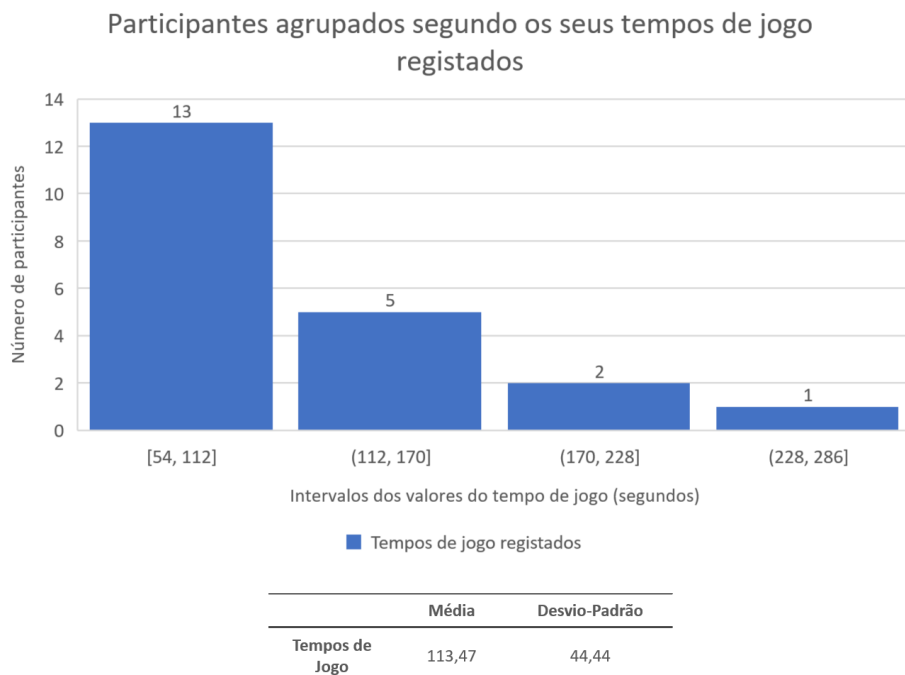


Figura 5.8: Distribuição dos participantes pelos intervalos de tempo de conclusão do jogo.

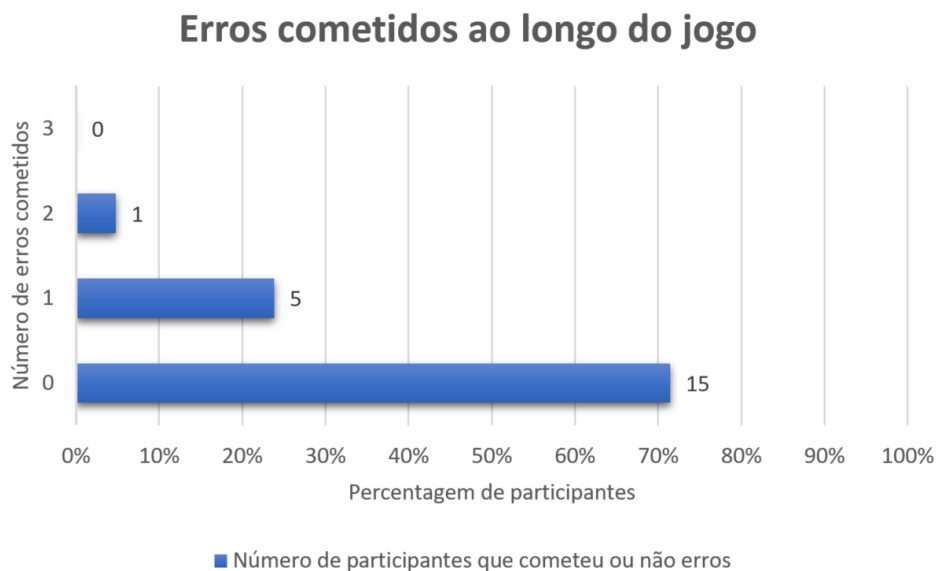


Figura 5.9: Número de erros cometidos pelos participantes ao longo do jogo.

## 5.3 Sumário

Tendo em conta os resultados obtidos dos testes realizados aos utilizadores não especialistas, podemos observar que, no que diz respeito às interfaces desenvolvidas

para o sistema, em geral, é bastante perceptível e intuitiva, na medida em que não houve erros de maior relevância cometidos pelos utilizadores.

Os erros registados na tabela de observações dos utilizadores não especialistas, não têm qualquer impacto na avaliação da interface, dado que, são erros relacionadas com o facto dos utilizadores não estarem por dentro da área de saúde.

No caso da entrevista semi-estruturada realizada com uma especialista da área de saúde, que possui uma vasta experiência em sistemas de simulação médica, podemos observar pelas suas respostas que, considera a interface intuitiva. No entanto, apontou algumas sugestões ao sistema, para que ao nível de áudio se torne mais perceptível o estado do paciente e a sua evolução ao longo da sessão.

Da avaliação das duas componentes: simulação e aprendizagem, a especialista confirma que este sistema se encontra apto para o treino de cenários clínicos, que contribui para a consolidação de conhecimentos e atitudes e pode contribuir para uma melhoria do desempenho dos profissionais de saúde, traduzida numa atuação mais rápida num cenário real.

Através de um sistema como este que foi implementado ao longo destes meses, é possível facultar uma ferramenta de treino aos profissionais de saúde (quer sejam graduados ou ainda em processo de aprendizagem) que lhes permita a qualquer altura, utilizando o seu computador, telemóvel ou tablet, treinar qualquer cenário clínico com o qual não estejam tão à vontade para lidar na realidade ou para o treino de situações raras.

Por último, é ainda importante realçar que uma vantagem deste sistema, perante o método atualmente utilizado no CSB-FMUP, é permitir guardar todas as decisões tomadas pelo utilizador e respetivos tempos em cada sessão de simulação, para que no final possa ser feita uma reflexão, onde são analisadas todas as decisões do participante.

## Avaliação

## Capítulo 6

# Conclusões e Trabalho Futuro

Este capítulo apresenta um resumo de todo o documento como forma de conclusão e enumera algumas melhorias e trabalhos futuros que podem vir a ser realizados posteriormente a esta dissertação.

### 6.1 Conclusões

Os resultados recolhidos e analisados demonstram a opinião dos utilizadores relativamente à utilidade deste sistema integrado num ambiente hospitalar.

As questões de investigação que surgiram inicialmente, aquando da fase inicial desta dissertação, foram as seguintes:

- Como treinar e avaliar profissionais de saúde usando jogos sérios para procedimentos cirúrgicos raros?
- Qual a importância, para a aprendizagem e evolução médica, de ter uma aplicação que regista tudo o que foi feito durante a simulação?
- Quais as vantagens de aliar a simulação 3D à simulação tradicional?

Depois de analisar cuidadosamente todos os resultados obtidos na experiência com os utilizadores não especialistas e tendo em conta os resultados da entrevista semi-estruturada é possível concluir que esta dissertação permite ajudar a solucionar o problema inicial e a responder a todas as questões que dele derivaram.

Relativamente à primeira questão, é possível treinar e avaliar os profissionais de saúde utilizando um sistema que é capaz de receber todas as informações de qualquer cenário, seja ele demasiado simples ou demasiado complexo, com a simples restrição de ter que ser uma e uma só vez incluído no editor de cenário. A partir daí poderá logo ser utilizado neste sistema e ficará também disponível para outras plataformas.

Relativamente à segunda questão, atualmente o *debriefing* final de cada sessão não é registado, logo, apenas é discutido aquilo que for lembrado pelos utilizadores que assistiram à sessão. No entanto, este sistema permite que no fim sejam registadas todas as decisões tomadas juntamente com os respetivos tempos, para serem posteriormente avaliadas e discutidas.

Por último, este sistema possibilita o treino de situações raras que não são possíveis de simular apenas com as salas e material existente no CSB-FMUP, assim como criar ambientes para o treino dos mais variados cenários. Este sistema trouxe uma otimização e uma automatização dos cenários, cujos treinos e simulações, estavam restritos pelas salas do CSB-FMUP e respectivas disponibilidades, até à data.

Inicialmente foram traçados objetivos para este sistema de simulação que se assemelha em parte a um jogo sério. Objetivos esses que foram atingidos com sucesso, sendo de destacar que era essencial ter um protótipo do sistema que fosse adaptável a cenários configuráveis. O protótipo foi desenvolvido recorrendo ao motor de jogo Unity3D e para dispositivos como computadores. No entanto, o Unity3D permite que facilmente se traduza numa aplicação também disponível para dispositivos móveis.

Deste modo, é possível dizer que a implementação deste sistema para simulação de ambientes hospitalares e treino médico constitui uma mais valia para os profissionais de saúde poderem treinar diversos cenários clínicos, desde os mais simples ou básicos até aos mais raros e complexos. Constituindo assim uma vantagem no processo de aprendizagem ao longo de toda uma carreira profissional.

Por isso, podemos concluir que este sistema apresenta uma solução viável para implementar com sucesso os pressupostos inscritos nas questões de investigação.

## 6.2 Trabalho Futuro

Tendo em conta o que foi desenvolvido nesta dissertação e articulando com o projeto Simprove, este sistema para simulação de ambientes hospitalares e treino médico deverá prosseguir para uma fase de análise e melhoramento, procedendo-se às alterações necessárias para que num futuro próximo possa vir a ser integrado com o CSB-FMUP.

### **Integração da realidade aumentada**

A RA é uma área em desenvolvimento que pode vir a tornar-se importante na área da saúde. O objetivo essencial visa sempre melhorar a vida do Homem. Resumidamente, esta área permite que os formandos compreendam as relações espaciais e os conceitos, fornecendo experiências substâncias, contextuais e situadas. Ajuda a criar experiências autênticas e eleva a atratividade subjetiva dos profissionais, melhorando a aquisição de aprendizagem e o desempenho.

A este nível, a integração da realidade aumentada nesta dissertação seria uma mais valia. Neste contexto, poderiam ser utilizadas as salas do CSB-FMUP como auxílio dos profissionais de saúde, em que todos os objetos são reais e por isso outros aspetos serão mostrados ao utilizador pelo dispositivo. Mas também podem ser usados em contexto de escritório, por exemplo, fazendo a recriação de uma sala e de um cenário clínico à escolha do utilizador.

### **Melhorar ao nível de jogo sério**

A necessidade atual de reduzir o erro médico levou ao reconhecimento da importância do trabalho de equipa, essencialmente, na gestão de situações de crise e emergência. Os jogos sérios reúnem essa capacidade num ambiente relativamente



barato e prontamente disponível para uma ampla variedade de casos, constituindo assim uma alternativa bastante aliciante aos simuladores.

Outra das melhorias seria a possibilidade de o sistema permitir mais do que um utilizador no mesmo cenário para que se possa analisar a componente da comunicação e colaboração entre profissionais de saúde.

### **Melhorar aspetos de simulação**

Podemos dizer que a simulação médica e os jogos sérios representam métodos de ensino ideais para otimizar a aquisição e aplicação do conhecimento e as capacidades dos profissionais antes de serem encarregues de procedimentos em pacientes reais.

Os custos iniciais de desenvolvimento de jogos sérios podem ser elevados, mas o resultado esperado, ao nível de um melhor atendimento ao paciente e prevenção de erros, constitui um argumento decisivo para investir nesse desenvolvimento.

## Conclusões e Trabalho Futuro

# Referências

- [AE10] AbdulmohsenH Al-Elq. Simulation-based medical teaching and learning. *Journal of Family and Community Medicine*, 17(1):35, 2010. URL: <http://www.e-jfcm.com/text.asp?2010/17/1/35/68787>, doi:10.4103/1319-1683.68787.
- [AMD<sup>+</sup>10] R. Aggarwal, O. T. Mytton, M. Derbrew, D. Hananel, M. Heydenburg, B. Issenberg, C. MacAulay, M. E. Mancini, T. Morimoto, N. Soper, A. Ziv e R. Reznick. Training and simulation for patient safety. *Quality and Safety in Health Care*, 19(Suppl 2):i34–i43, 2010. URL: <http://qualitysafety.bmj.com/lookup/doi/10.1136/qshc.2009.038562>, doi:10.1136/qshc.2009.038562.
- [Azu97] Ronald T. Azuma. A survey of augmented reality. *Presence: Teleoper. Virtual Environ.*, 6(4):355–385, August 1997. URL: <http://dx.doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>, doi:10.1162/pres.1997.6.4.355.
- [Bat17] Alexis Battista. An activity theory perspective of how scenario-based simulations support learning: a descriptive analysis. *Advances in Simulation*, 2(1):23, Nov 2017. URL: <https://doi.org/10.1186/s41077-017-0055-0>, doi:10.1186/s41077-017-0055-0.
- [Bra06] Paul Bradley. The history of simulation in medical education and possible future directions. *Medical Education*, 40(3):254–262, 2006. doi:10.1111/j.1365-2929.2006.02394.x.
- [CBM<sup>+</sup>12] Thomas M Connolly, Elizabeth A Boyle, Ewan Macarthur, Thomas Hainey e James M Boyle. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. 59:661–686, 2012. doi:10.1016/j.compedu.2012.03.004.
- [DHY11] Parvati Dev, Le Roy Heinrichs e Patricia Youngblood. CliniSpace™: A multiperson 3D online immersive training environment accessible through a browser. In *Studies in Health Technology and Informatics*, volume 163, pages 173–179, 2011. doi:10.3233/978-1-60750-706-2-173.
- [Dir11] Projeto Diretrizes. Projeto Diretrizes Anafilaxia : Tratamento Projeto Diretrizes. pages 1–17, 2011.
- [DM10] James R Dunne e Claudia L McDonald. Pulse!!: A Model for Research and Development of Virtual-Reality Learning in Military Medical Education and Training. *MILITARY MEDICINE*, 175(7, S):25–27, 2010.

## REFERÊNCIAS

- [FG07] Ruth M. Fanning e David M. Gaba. The role of debriefing in simulation-based learning. *Simulation in Healthcare*, 2(2):115–125, 2007. doi:10.1097/SIH.0b013e3180315539.
- [Gab04] David M. Gaba. The future vision of simulation in health care. *Quality and Safety in Health Care*, 13(SUPPL. 1):2–11, 2004. doi:10.1136/qshc.2004.009878.
- [Gar13] Roxane Gardner. Introduction to debriefing. *Seminars in Perinatology*, 37(3):166–174, 2013. URL: <http://dx.doi.org/10.1053/j.semperi.2013.02.008>, arXiv:0712.0689, doi:10.1053/j.semperi.2013.02.008.
- [Gra] Graph Maker - Asset Store. URL: <https://www.assetstore.unity3d.com/en/{#}!/content/11782>.
- [GS16] E Z Barsom M Graafland e M P Schijven. Systematic review on the effectiveness of augmented reality applications in medical training. *Surgical Endoscopy*, 30(10):4174–4183, 2016. doi:10.1007/s00464-016-4800-6.
- [GSS12] M. Graafland, J. M. Schraagen e M. P. Schijven. Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. *British Journal of Surgery*, 99(10):1322–1330, 2012. arXiv:arXiv:1011.1669v3, doi:10.1002/bjs.8819.
- [Har09] B. Nicole Harder. Evolution of Simulation Use in Health Care Education. *Clinical Simulation in Nursing*, 5(5):e169–e172, 2009. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecns.2009.04.092>, doi:10.1016/j.ecns.2009.04.092.
- [JPnFB15] Felipe Jones, Carlos Eduardo Passos-neto, Oddone Freitas e Melro Braghiroli. Simulation in Medical Education : Brief history and methodology. *Ppcr*, 1(2):56–63, 2015.
- [KBA<sup>+</sup>16] Wee Sim Khor, Benjamin Baker, Kavir Amin, Adrian Chan, Ketan Patel e Jason Wong. Augmented and virtual reality in surgery—the digital surgical environment: applications, limitations and legal pitfalls. *Annals of Translational Medicine*, 4(23):454–454, 2016. URL: <http://atm.amegroups.com/article/view/12851/13264>, doi:10.21037/atm.2016.12.23.
- [KCNM09] Sergei N. Kurenov, William W. Cance, Ben Noel e David W. Mozingo. Game-based mass casualty burn training. *Studies in Health Technology and Informatics*, 142(February 2009):142–144, 2009. doi:10.3233/978-1-58603-964-6-142.
- [KCT<sup>+</sup>10] James F. Knight, Simon Carley, Bryan Tregunna, Steve Jarvis, Richard Smithies, Sara de Freitas, Ian Dunwell e Kevin Mackway-Jones. Serious gaming technology in major incident triage training: A pragmatic controlled trial. *Resuscitation*, 81(9):1175–1179, 2010. doi:10.1016/j.resuscitation.2010.03.042.

## REFERÊNCIAS

- [Lee12] By Kangdon Lee. Augmented Reality in Education and Training. (April):13–21, 2012.
- [LEE14] Fedwa Laamarti, Mohamad Eid e Abdulmotaleb El Saddik. An overview of serious games. *International Journal of Computer Games Technology*, 2014, 2014. doi:10.1155/2014/358152.
- [LJ09] David Liu e Simon Jenkins. Simulating capnography in software on the METI Emergency Care Simulator. *Simulation in Healthcare*, 4(4):223–227, 2009. doi:10.1097/SIH.0b013e318197d300.
- [McC17] Christopher Eric McCoy. Christopher Eric McCoy, MD, MPH \*. pages 1–19, 2017.
- [MdMNdC11] Liliane dos Santos Machado, Ronei Marcos de Moraes, Fatima de Lourdes dos Santos Nunes e Rosa Maria Esteves Moreira da Costa. Serious games baseados em realidade virtual para educação médica. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 35(2):254–262, 2011. URL: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-55022011000200015&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-55022011000200015&lng=pt&tlng=pt), doi:10.1590/S0100-55022011000200015.
- [med] Home - The Medical Futurist. URL: <http://medicalfuturist.com/>.
- [Mor11] Bruno Daniel Da Silva Morais. Realidade Aumentada em Dispositivos Móveis. page 105, 2011.
- [NL12] Elizabeth M. Norris e Andrew S. Lockey. Human factors in resuscitation teaching. *Resuscitation*, 83(4):423–427, apr 2012. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22120456http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957211006290>, doi:10.1016/j.resuscitation.2011.11.001.
- [Pap13] Conference Paper. Serious Games Development and Applications. 8101(October), 2013. URL: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-40790-1>, doi:10.1007/978-3-642-40790-1.
- [SCK<sup>+</sup>10] Hamed Sabri, Brent Cowan, Bill Kapralos, Mark Porte, David Backstein e Adam Dubrowskie. Serious games for knee replacement surgery procedure education and training. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2):3483–3488, 2010. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.539>, doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.539.
- [SCPMMP16] Carla Sá-Couto, Luís Patrão, Francisco Maio-Matos e José Miguel Pêgo. Biomedical Simulation: Evolution, Concepts, Challenges and Future Trends. *Acta Médica Portuguesa*, 29(12):860, 2016. URL: <http://actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/8403>, doi:10.20344/amp.8403.
- [Sim14] Human Patient Simulator. Human Patient Simulator ( HPS ). *CAE Healthcare*, 2014. URL: <https://caehealthcare.com/media/files/TechSheets/HPS-TechSheet.pdf>.

## REFERÊNCIAS

- [SJB07] Tarja Susi, Mikael Johannesson e Per Backlund. Serious Games – An Overview. *Elearning*, 73(10):28, 2007. URL: [http://www.autzones.com/din6000/textes/semaine12/SusiEtAl\(2005\).pdf](http://www.autzones.com/din6000/textes/semaine12/SusiEtAl(2005).pdf), arXiv:arXiv:1011.1669v3, doi:10.1.1.105.7828.
- [SKN<sup>+</sup>13] Robert Shewaga, Aaron Knox, Gary Ng, Bill Kapralos e Adam Dubrowski. Z-DOC: A serious game for z-plasty procedure training. *Studies in Health Technology and Informatics*, 184:404–406, 2013. arXiv:arXiv:1011.1669v3, doi:10.3233/978-1-61499-209-7-404.
- [Swa14] Tim Swanwick. *Understanding Medical Education*. 2014. URL: <http://dx.doi.org/10.1002/9781118472361.ch1>, arXiv:arXiv:1011.1669v3, doi:10.1002/9781118472361.ch1.
- [tec] Auggmed | About. URL: <http://www.auggmed-project.eu/about.aspx>.
- [TKS06] Romero TORI, Claudio KIRNER e Robson SISCOUTTO. *Fundamentos e tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. 2006. doi:10.1590/S0100-69912008000500011.
- [Toa15] Elena Toader. Clinical Simulations for Learning Medical Skills: A Work-based Approach to Simulators. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197(February):2443–2448, 2015. URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877042815044092>, doi:10.1016/j.sbspro.2015.07.408.
- [TS10a] Jeffrey M. Taekman e Kirk Shelley. Virtual environments in healthcare: Immersion, disruption, and flow. *International Anesthesiology Clinics*, 48(3):101–121, 2010. doi:10.1097/AIA.0b013e3181eace73.
- [TS10b] Anthony Thijssen e Marlies Schijven. Contemporary virtual reality laparoscopy simulators: quicksand or solid grounds for assessing surgical trainees? 199:529–41, 04 2010.
- [TSHW07] Jeffrey Taekman, Noa Segall, Eugene Hobbs e Melanie Wright. 3DiTeams – Healthcare team training in a virtual environment. *Anesthesiology*, 107:A2145, 2007. URL: <http://www.asaabstracts.com/strands/asaabstracts/abstract.htm;jsessionid=C44D81C2600234B7E4BABA55DEA0D840?year=2007&index=15&absnum=1176>.
- [uni] Unity. URL: <https://unity3d.com/pt>.
- [vK07] D. W. F. van Krevelen. Augmented Reality: Technologies, Applications, and Limitations. *Institute for Public Health and the Environment (RIVM)*, (April 2007):1–25, 2007. URL: <https://www.researchgate.net/profile/Rick/Van/Krevelen2/publication/292150312/Augmented/Reality/Technologies/Applications/and/Limitations/links/56ab2b4108aed5a01359c113.pdf>, doi:10.13140/RG.2.1.1874.7929.

## REFERÊNCIAS

- [VSBW16] James Vassallo, Jason E. Smith, Stevan R. Bruijns e Lee A. Wallis. Major incident triage: A consensus based definition of the essential life-saving interventions during the definitive care phase of a major incident. *Injury*, 47(9):1898–1902, 2016. doi:10.1016/j.injury.2016.06.022.
- [vuf] Vuforia | Augmented Reality. URL: <https://www.vuforia.com/>.
- [ZBWC13] Benjamin Zendejas, Ryan Brydges, Amy T. Wang e David A. Cook. Patient outcomes in simulation-based medical education: A systematic review, 2013. doi:10.1007/s11606-012-2264-5.
- [ZRS11] Gregorio Mañeru Zunzarren e Alfredo Rodriguez-Sedano. Creating Scenarios and Guiding Learning in a Medical Simulation Center. *Creative Education*, 02(03):316–320, 2011. URL: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/ce.2011.23044>, doi:10.4236/ce.2011.23044.
- [ZRSG03] Amitai Ziv, Paul Root Wolpe, Stephen D. Small e Shimon Glick. Simulation-based medical education: An ethical imperative, 2003. doi:10.1097/00001888-200308000-00006.

## REFERÊNCIAS



## **Anexo A**

# **Declaração de Consentimento**

---

## **DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO**

(Baseada na declaração de Helsínquia)

No âmbito da realização da tese de Mestre no Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, intitulada **Jogos Sérios para a Simulação de Ambientes Hospitalares e Treino Médico**, realizada pelo estudante **Diana Isabel Garcia Pinto**, orientada pelo Prof. Rui Nóbrega e sob a orientação do Prof. António Coelho, eu abaixo assinado, \_\_\_\_\_, declaro que compreendi a explicação que me foi fornecida acerca do estudo em que irei participar, nomeadamente o carácter voluntário dessa participação, tendo-me sido dada a oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias.

Tomei conhecimento de que a informação ou explicação que me foi prestada versou os objetivos, os métodos, o eventual desconforto e a ausência de riscos para a minha saúde, e que será assegurada a máxima confidencialidade e anonimização dos dados, bem como o seu uso exclusivo neste estudo.

Explicaram-me, ainda, que poderei abandonar o estudo em qualquer momento, sem que daí advenham quaisquer desvantagens.

Por isso, consinto participar no estudo e na recolha de imagens necessárias, respondendo a todas as questões propostas.

Porto, \_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

---

(Participante ou seu representante)

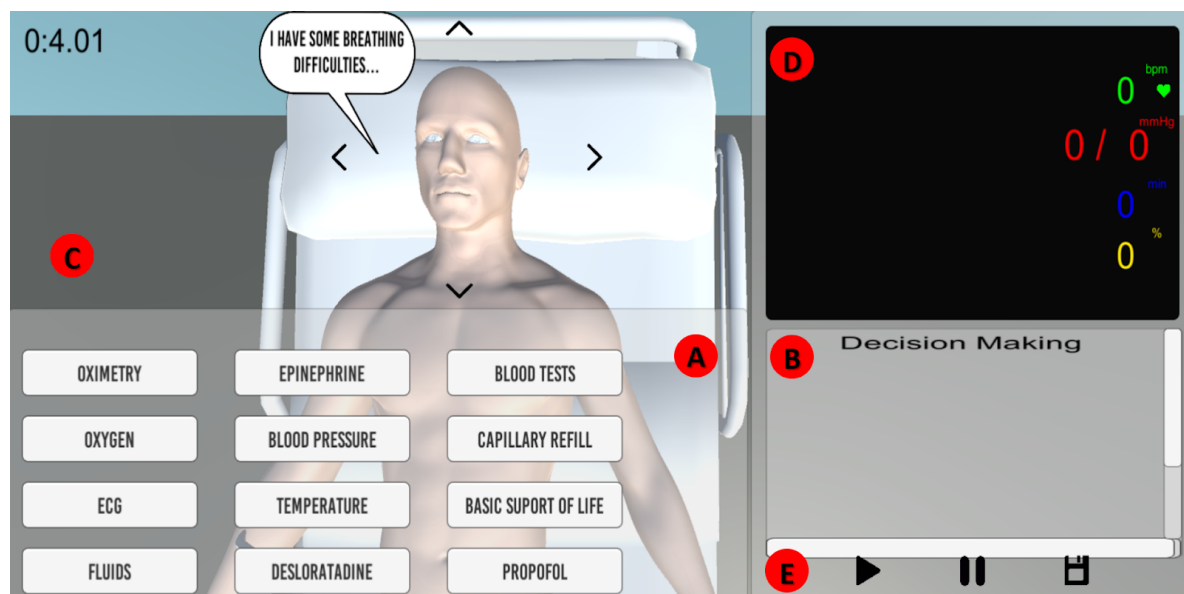
## **Anexo B**

### **Tarefa do utilizador**

## Cenário Choque Anafilático

O jogo foca-se na simulação de um cenário simples como é o da Anafilaxia ou choque anafilático que se caracteriza por ser uma reação alérgica grave e de rápida progressão. Assim sendo, o próprio cenário exige uma atuação rápida por parte da equipa de profissionais de saúde que estão a prestar cuidados ao paciente.

O principal tratamento da anafilaxia passa pela injeção intramuscular de adrenalina e colocar a pessoa na posição horizontal.



**A** - Painel onde aparecem todas as ações disponíveis para este cenário.

**B** - Painel que regista todas as decisões tomadas ao longo de todo o jogo.

**C** - Zona onde são visíveis alterações dos sintomas do paciente, alterações gráficas após algumas ações e onde aparecem as dicas fornecidas pela enfermeira de auxílio.

**D** - Monitor onde aparecem os sinais vitais do paciente (HR, BP, RR, SPO2), bem como a sua variação ao longo do tempo.

**HR** - Batimento cardíaco (Bpm)

**BP** - Pressão Sanguínea (mmHg)

**RR** - Taxa de respiração (min)

**SpO2** - Saturação de oxigénio (%)

**E** - Zona de botões de pausa, guardar, play, etc...

# TAREFA 1

Deve seguir todas as instruções que lhe forem dadas.

Deve prestar muita atenção a todas as dicas que a enfermeira vai dando no decorrer do jogo, bem como à evolução do estado do paciente e aos seus sintomas.

## MINI TAREFAS

1 - Em primeiro lugar, para perceber e analisar o estado do paciente, deve monitorizá-lo clicando no botão **ECG**.

2 - Diga em voz alta qual o valor de **HR** que observa no monitor neste momento?

3 - Para conseguir visualizar no monitor o valor de **BP** deve proceder à medição da pressão sanguínea através do botão correspondente.

3.1 - Diga em voz alta qual o valor de **BP** que observa no monitor neste momento?

4 - O paciente continua com dificuldades respiratórias, por isso, deve proceder à colocação da máscara de oxigénio / administração de oxigénio. (Deve prestar atenção à alteração do valor de SpO2)

5 - Verifique o valor de **SpO2** no monitor ECG.

6 - Estamos perante um cenário de choque anafilático, logo, deve proceder à administração de Epinefrina e verificar a normalização dos sinais vitais do paciente.

Tarefa do utilizador

## **Anexo C**

# **Questionário**

# Jogo SériO para Simulação de Ambientes Hospitalares e Treino Médico

\*Obrigatório

1. ID \*

---

## Caracterização pessoal e profissional

2. Género \*

Marcar apenas uma oval.

☐

Feminino

☐

Masculino

☐

Outra:

---

3. Idade \*

---

4. Habilitações Literárias (grau concluído) \*

Marcar apenas uma oval.

☐

< 12 ° ano

☐

12 ° Ano

☐

Curso Técnico-Profissional

☐

Licenciatura

☐

Mestrado

☐

Doutoramento

## Relação com tecnologias

5. Frequência de uso diário de tecnologia? \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Menos de 1 hora	De 1 a 3 horas	De 3 a 6 horas	Mais de 6 horas
Computador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Telemóvel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tablet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Experiência em software de simulação médica? \*

Marcar apenas uma oval.

☐

Sim

☐

Não



7. Se "Sim", qual a frequência de uso?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Diariamente
- ☐ Semanalmente
- ☐ Mensalmente
- ☐ Anualmente

8. Tenho experiência com jogos sérios? \*

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

Discordo Bastante

☐

☐

☐

☐

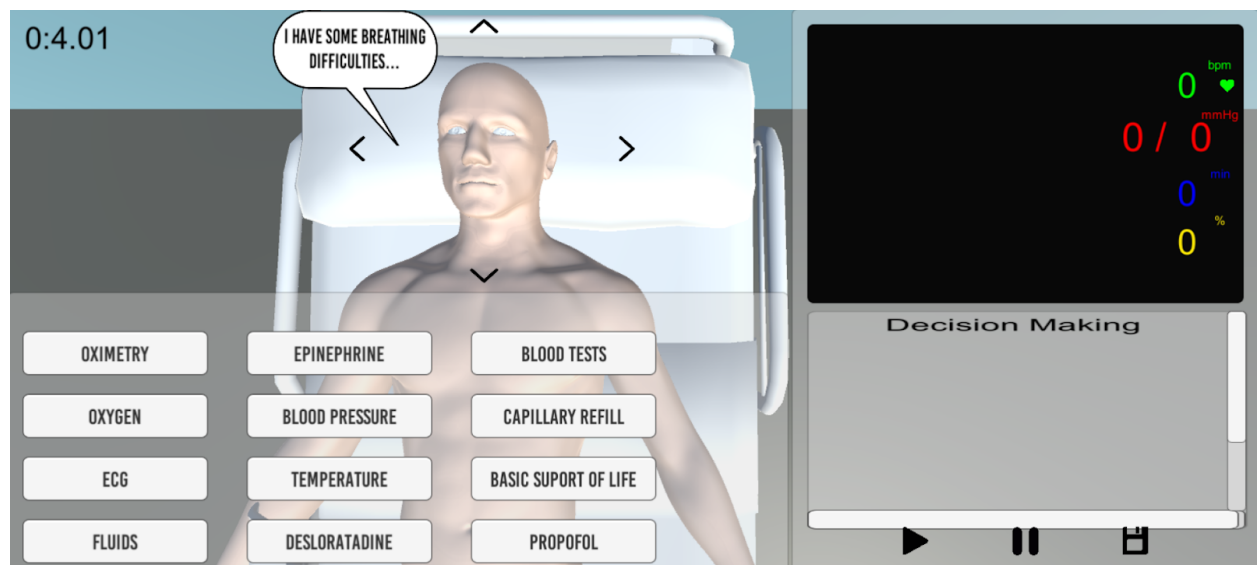
☐

Concordo Bastante

Aguarde instruções.

Tarefa 1 - Identificação de campos principais

Relembrando o estado inicial do jogo.



9. Consegui encontrar e identificar todos os valores pedidos. \*

Marcar apenas uma oval.

1

2

3

4

5

Discordo Bastante

☐

☐

☐

☐

☐

Concordo Bastante

10. Consegui realizar as tarefas pedidas. \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Muita Dificuldade	2	3	4	5 - Muita Facilidade
Identificar sinais vitais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realizar ações em resposta às queixas do paciente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verificar alterações dos sinais vitais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**11. A interface é perceptível e intuitiva. \***

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo Totalmente	2	3	4	5 - Concordo Totalmente
Botões (Ações possíveis de realizar)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Monitor ECG	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Decisões tomadas ao longo do jogo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dicas da enfermeira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falas do paciente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alterações na cena de jogo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Avaliação Final do Jogo Sérió

**12. Em relação à experiência com o jogo em geral, responde às seguintes perguntas: \***

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo Totalmente	2	3	4	5 - Concordo Totalmente
Fácil de entender	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Divertido de usar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estimula a atenção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interface atrativa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conteúdo do jogo é relevante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Não tive percepção do tempo enquanto jogava	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Repetiria a experiência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**13. Avaliação geral. \***

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 - Discordo Totalmente	2	3	4	5 - Concordo Totalmente
Gostaria de usar este sistema com frequência.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acho o sistema demasiado complexo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Achei o sistema fácil de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acho que é necessário a ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acho que as várias funções do sistema estão bem integradas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acho que o sistema apresenta muita inconsistência.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acho que as pessoas aprenderiam rapidamente a usar este sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Achei o sistema muito complicado de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Senti-me confiante a usar o sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Precisava de aprender muitos conhecimentos antes de poder usar este sistema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

#### 14. Comentários / Sugestões

---

---

---

---

---

---

Com tecnologia



## Questionário

## **Anexo D**

### **Ficheiro CSV**

1,0  
2,2  
3,4  
4,6  
5,8  
6,10  
7,12  
8,14  
9,16  
10,18  
11,20  
12,22  
13,24  
14,26  
15,28  
16,30  
17,32  
18,34  
19,36  
20,38  
21,40  
22,43  
23,45  
24,47  
25,49  
26,49  
27,49  
28,47  
29,43  
30,33  
31,23  
32,13  
33,3

## **Anexo E**

### **Tabela de descrição do cenário**

**SCENARIO ACTIONS TABLE**

Time		Action / Trigger	Physical Signs	Monitored Signals	
Scenario	Real				
00 min	00h00	Briefing	Severe Respiratory Distress; Rapid Respiratory Rate (RR); Stridor; Diaphoretic;	Temperature (T) = 37,8 °C Heart Rate (HR) = 155 bpm Blood Pressure (BP) = 70/40 mmHg Respiratory Rate (RR) = 35/min Oxygen Saturation (O2) = 91%	
01 min	00h01	Monitoring	Severe Respiratory Distress; Rapid Respiratory Rate (RR); Shortness of Breath; Stridor; Wheezing; Diaphoretic; Abdominal Pain; Vomiting; Rash;	Temperature (T) = 37,8 °C Heart Rate (HR) = 155 bpm	-
		Gathering Information			-
		Fluids Administration			Y: BP = 75/43 mmHg  N: BP = 65/35 mmHg
		Oxygen Administration			Y: RR = 30/min Y: O2 = 95%  N: RR = 40/min N: O2 = 89%
03 mins	00h03	Diagnosis	Same as above	Same as above	



05 mins	00h05	Epinephrine Administration	Same as above	Heart Rate (HR) = 180 bpm Blood Pressure (BP) = 110/85 mmHg Respiratory Rate (RR) = 25/min Oxygen Saturation (O2) = 97%
07 mins	00h07	-	Shortness of breath has greatly improved; Can speak in full sentences; Itchiness of rash has resolved;	Heart Rate (HR) = 110 bpm Blood Pressure (BP) = 115/90 mmHg Respiratory Rate (RR) = 15/min Oxygen Saturation (O2) = 99%
09 mins	00h09	-	Same as above	Heart Rate (HR) = 110 bpm Blood Pressure (BP) = 115/90 mmHg Respiratory Rate (RR) = 12/min Oxygen Saturation (O2) = 99%

05 mins	00h05	-	Pulseless Electrical Activity (PEA); Respiratory Arrest (RA);	Same as above
07 mins	00h07	Epinephrine Administration	Recovery from PEA and RA;	Heart Rate (HR) = 180 bpm Blood Pressure (BP) = 110/85 mmHg Respiratory Rate (RR) = 25/min Oxygen Saturation (O2) = 97%

09 mins	00h09	-	Shortness of breath has greatly improved; Can speak in full sentences; Itchiness of rash has resolved;	Heart Rate (HR) = 110 bpm Blood Pressure (BP) = 115/90 mmHg Respiratory Rate (RR) = 15/min Oxygen Saturation (O2) = 99%
---------	-------	---	--	--

05 mins	00h05	-	Pulseless Electrical Activity (PEA); Respiratory Arrest (RA);	Same as above
07 mins	00h07	-	Same as above	Same as above
09 mins	00h09	-	Same as above	Same as above

## **Anexo F**

### **Folha de Observação**

ID	Nº de erros cometidos	Tempo de conclusão	Precisou de Ajuda?	Tempo Total do teste (minutos)	Sugestões/críticas
01	0	2 min 58 seg	Não	10	
02	2	2 min 58 seg	Sim	10	Som para falas do paciente
03	1	4 min	Sim	15	Botão de ligar e desligar o monitor ECG
04	0	1 min 40 seg	Não	10	
05	0	0 min 54 seg	Não	10	
06	0	2 min 30 seg	Sim	10	Som para falas da enfermeira
07	0	2 min 00 seg	Não	10	Som para falas do paciente
08	0	1 min 48 seg	Não	11	
09	0	1 min 28 seg	Não	8	
10	0	2 min 09 seg	Não	10	
11	0	0 min 56 seg	Não	9	
12	1	1 min 46 seg	Sim	11	
13	1	2 min 14 seg	Sim	11	Som para falas do paciente
14	0	1 min 41 seg	Não	9	
15	0	1 min 52 seg	Não	11	Botão de ligar e desligar o monitor ECG
16	0	1 min 33 seg	Não	13	
17	0	1 min 06 seg	Não	11	
18	0	1 min 07 seg	Não	9	
19	0	1 min 24 seg	Não	12	
20	1	2 min 03 seg	Sim	15	Som para falas do paciente e enfermeira
21	1	1 min 27 seg	Sim	10	